

DELPHION

No active trail

[Select OR](#)[Stop tracking](#)**RESEARCH****PRODUCTS****INSIDE DELPHION**[Log Out](#) [Work Files](#) [Saved Searches](#)[My Account](#)Search: [Quick/Number](#) [Boolean](#) [Advanced](#) [Derwent](#) [Help](#)**Derwent Record**[Email this to a friend](#)View: [Expand Details](#) Go to: [Delphion Integrated View](#)Tools: [Add to Work File](#) [Create new Work File](#)

Derwent Title: **Exposure apparatus for use in e.g. semiconductor device manufacture, has pressure regulation mechanism that regulates pressure of liquid supplied from liquid supply mechanism with respect to substrate to be exposed**

Original Title:  **WO05067013A1: EXPOSURE APPARATUS, EXPOSURE METHOD, AND DEVICE PRODUCING METHOD**

Assignee: **NIKON CORP** Standard company
Other publications from [NIKON CORP \(NIKR\)](#)...

Inventor: **NAGASAKA H;**

Accession/Update: **2005-541966 / 200731**

IPC Code: **H01L 21/02 ; H01L 21/027 ; G03F 7/20 ;**

Derwent Classes: **P84; U11;**

Manual Codes: **U11-C04A6**(Control of exposure appts.) , **U11-F01A4**(Measurements of physical parameters, e.g. temperature for semiconductor processing)

Derwent Abstract: (**WO05067013A**) **Novelty** - A pressure regulation mechanism (90) regulates the pressure of liquid (LQ) supplied from a liquid supply mechanism (10) with respect to a substrate (P) to be exposed. Exposure light is irradiated on the substrate through the liquid and a projection optical system (PL) arranged above the substrate.

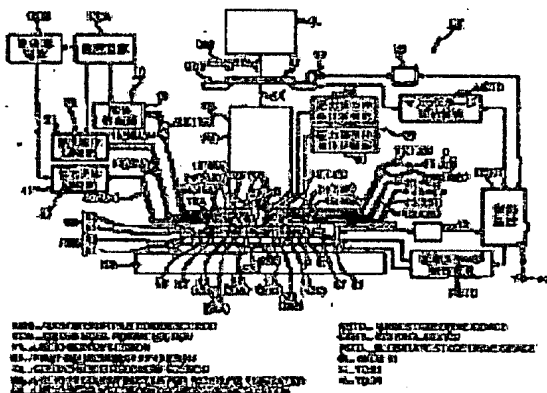
Detailed Description - INDEPENDENT CLAIMS are also included for the following:

- (1) exposure method; and
- (2) device manufacturing method.

Use - For manufacture of devices such as semiconductor device, LCD, thin-film magnetic head, reticle or mask, charge coupled device (CCD).

Advantage - Enables forming liquid immersion region reliably, without receiving bad influence due to the liquid pressure, to obtain high exposure accuracy and measurement accuracy, hence enables manufacturing device with desired quality easily.

Images:



Description of Drawing(s) - The figure shows an outline block diagram of the exposure apparatus. liquid supply mechanism 10, pressure regulating mechanism 90, liquid LQ, substrate P, projection optical system PL [Dwg.1/17](#)

Family:

PDF Patent	Pub. Date	Derwent Update	Pages	Language	IPC Code
<input checked="" type="checkbox"/> WO05067013A1 *	2005-07-21	200555	101	Japanese	H01L 21/027
Des. States: (N) AE AG AL AM AT AU AZ BA BB BG BR BW BY BZ CA CH CN CO CR CU CZ DE DK DM DZ EC EE EG ES FI GB GD GE GH GM HR HU ID IL IN IS JP KE KG KP KR KZ LC LR LS LT LU LV MA MD MG MK MN MW MX MZ NA NI NO NZ OM PG PH PL PT RO RU SC SD SE SG SK SL SY TJ TM TN TR TT TZ UA UG US UZ VC VN YU ZA ZM ZW (R) AT BE BG BW CH CY CZ DE DK EA EE ES FI FR GB GH GM GR HU IE IS IT KE LS LT LU MC MW MZ NA NL OA PL PT RO SD SE SI SK SL SZ TR TZ UG ZM ZW					
Local appls.: WO2004JP0019813 Filed:2004-12-27 (2004WO-JP19813)					
<input checked="" type="checkbox"/> KR6109888A =	2006-10-23	200731		English	H01L 21/02

Local appls.: Based on [WO05067013](#) (WO2005067013)
[KR2006000708813](#) Filed:2006-05-04 (2006KR-0708813)
[WO2004JP0019813](#) Filed:2004-12-27 (2004WO-JP19813)

☒ [EP1703548A1](#) = 2006-09-20 200662 57 English H01L 21/02

Des. States: (R) AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI
 SK TR

Local appls.: Based on [WO05067013](#) (WO2005067013)
[WO2004JP0019813](#) Filed:2004-12-27 (2004WO-JP19813)
[EP2004000808163](#) Filed:2004-12-27 (2004EP-0808163)

☒ [JP2005223315A2](#) = 2005-08-18 200555 45 English H01L 21/027

Local appls.: [JP2004000375494](#) Filed:2004-12-27 (2004JP-0375494)

⌚ INPADOC
 Legal Status:

[Show legal status actions](#)

⌚ Priority Number:

Application Number	Filed	Original Title
JP2004000000236	2004-01-05	

⌚ Title Terms:

EXPOSE APPARATUS SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURE PRESSURE REGULATE
 MECHANISM REGULATE PRESSURE LIQUID SUPPLY LIQUID SUPPLY MECHANISM
 RESPECT SUBSTRATE EXPOSE

[Pricing](#) [Current charges](#)

Derwent Searches:	Boolean Accession/Number Advanced
--------------------------	---

Data copyright Thomson Derwent 2003



Copyright © 1997-2007 The Thomson Corporation

[Subscriptions](#) | [Web Seminars](#) | [Privacy](#) | [Terms & Conditions](#) | [Site Map](#) | [Contact Us](#) | [Help](#)

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005年7月21日 (21.07.2005)

PCT

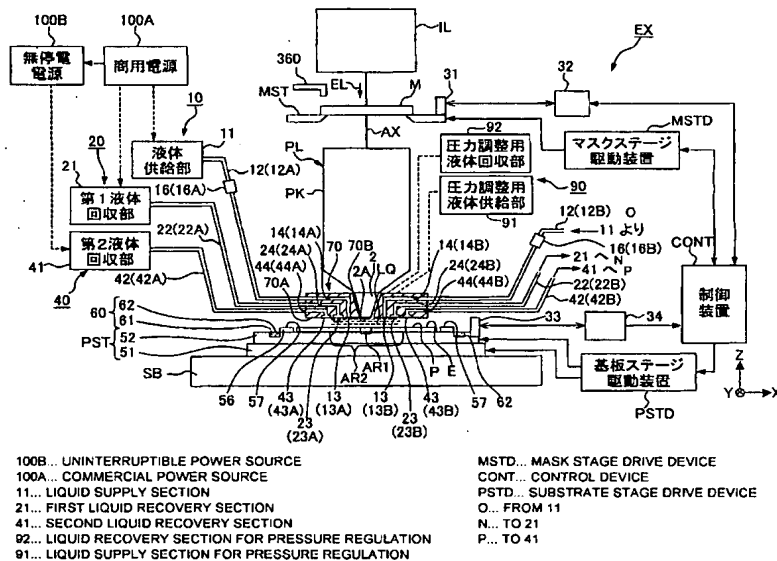
(10) 国際公開番号
WO 2005/067013 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 21/027, G03F 7/20 (74) 代理人: 川北 喜十郎 (KAWAKITA, Kijuro); 〒1600022 東京都新宿区新宿一丁目5番4号 YKBマイクガーデン Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/019813
- (22) 国際出願日: 2004年12月27日 (27.12.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-000236 2004年1月5日 (05.01.2004) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 長坂 博之 (NAGASAKA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

/ 続葉有 /

(54) Title: EXPOSURE APPARATUS, EXPOSURE METHOD, AND DEVICE PRODUCING METHOD

(54) 発明の名称: 露光装置、露光方法及びデバイス製造方法



(57) Abstract: An exposure apparatus (EX) exposes a substrate (P) by irradiating exposure light (EL) on the substrate (P) through a liquid (LQ) supplied from a liquid supply mechanism (10) and through a projection optical system (PL). The exposure apparatus (EX) has a pressure regulation mechanism (90) for regulating pressure of the liquid (LQ) supplied from the liquid supply mechanism (10). A liquid immersion region is excellently formed to obtain high exposure accuracy and measurement accuracy.

(57) 要約: 露光装置 EX は、液体供給機構 10 から供給された液体 LQ と投影光学系 PL とを介して基板 P 上に露光光 EL を照射して、基板 P を露光する。液体供給機構 10 から供給された液体 LQ の圧力を調整する圧力調整機構 90 を備えている。液浸領域を良好に形成して高い露光精度及び計測精度を得ることができる。



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明細書

露光装置、露光方法及びデバイス製造方法

技術分野

本発明は、投影光学系と液体とを介して基板上に露光光を照射して基板を露光する露光装置、露光方法及びデバイス製造方法に関するものである。

背景技術

半導体デバイスや液晶表示デバイスは、マスク上に形成されたパターンを感光性の基板上に転写する、いわゆるフォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用する露光装置は、マスクを支持するマスクステージと基板を支持する基板ステージとを有し、マスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながらマスクのパターンを投影光学系を介して基板に転写するものである。近年、デバイスパターンのより一層の高集積化に対応するために投影光学系の更なる高解像度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短いほど、また投影光学系の開口数が高いほど高くなる。そのため、露光装置で使用する露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大している。そして、現在主流の露光波長はKrFエキシマレーザの248nmであるが、更に短波長のArFエキシマレーザの193nmも実用化されつつある。また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度(DOF)も重要となる。解像度R、及び焦点深度 δ はそれぞれ以下の式で表される。

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots \quad (1)$$

$$\delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots \quad (2)$$

ここで、 λ は露光波長、NAは投影光学系の開口数、 k_1 、 k_2 はプロセス係数である。(1)式、(2)式より、解像度Rを高めるために、露光波長 λ を短くして、開口数NAを大きくすると、焦点深度 δ が狭くなることが分かる。

焦点深度 δ が狭くなり過ぎると、投影光学系の像面に対して基板表面を合致させることが困難となり、露光動作時のフォーカスマージンが不足するおそれがある。そこで、実質的に露光波長を短くして、且つ焦点深度を広くする方法として、例えば、国際公開第99/49504号公報に開示されている液浸法が提案されている。この液浸法は、投影光学系の下面と基板表面との間を水や有機溶媒等の液体で満たして液浸領域を形成し、液体中での露光光の波長が空気中の $1/n$ （ n は液体の屈折率で通常1.2～1.6程度）になることを利用して解像度を向上するとともに、焦点深度を約 n 倍に拡大するというものである。

ところで、液浸露光処理や液体を介した各種光学的計測処理を良好に行うためには液体の液浸領域を所望状態に形成することが重要である。例えば液浸領域の液体の圧力変動によって、基板や基板ステージが僅かながら変形し、その変形により露光精度や計測精度が劣化する可能性がある。あるいは液体の圧力変動が生じると、その液体に接している投影光学系の一部（最も像面側の光学素子など）が変位あるいは振動して基板上に投影されるパターン像が劣化したり、投影光学系及び液体を介した計測精度が劣化する。

また、液浸領域を形成するために液体を供給した際、液浸領域の液体中に気泡などの気体部分が生成される可能性が高くなる。液浸領域の液体中に気体部分が生成されると、その気体部分によって、基板上にパターン像を形成するための露光光が基板上に到達しない、あるいは基板上にパターン像を形成するための露光光が基板上の所望の位置に到達しない、あるいは計測光が計測器に到達しない、あるいは計測光が所望の位置に到達しないなどの現象が生じ、露光精度及び計測精度の劣化を招く。

また、液体供給機構及び液体回収機構を使って液体の供給及び回収を行うことで基板上に液体の液浸領域を形成する場合、液体供給機構や液体回収機構が誤作動するなど露光装置に異常が生じて液浸領域が所望状態に形成されない不都合が生じる可能性もある。例えば液浸領域が所定の大きさより大きくなると、基板の

外側に液体が流出する可能性が高くなる。また、基板ステージの移動条件によっては投影光学系の像面側に液体を良好に保持できない状況が発生する可能性があり、これによっても液浸領域に気体部分が生成されたり、基板の外側に液体が流出する不都合が生じる。液体が流出すると、その流出した液体により、基板を支持する基板ステージ周辺の機械部品等に錆びを生じさせたり、あるいはステージ駆動系等の漏電を引き起こすといった不都合も生じる。また、液体が流出すると、その流出した液体の気化によって、例えば基板の置かれている環境（温度、湿度）が変動し、基板や基板ステージが熱変形したり、あるいは液体の気化によって基板の位置情報などを計測する各種計測光の光路上の気体（空気）に揺らぎが生じ、露光精度や計測精度が劣化する。さらに、雷や地震などの天災や不測の事故が起こると、露光装置の電源が停電して液体回収装置が作動しないことにより前述の液体の流出が生じることがある。

発明の開示

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、液浸領域を良好に形成して、高い露光精度及び計測精度を得ることができる露光装置、露光方法及びそれらを用いるデバイス製造方法を提供することを目的とする。

上記の課題を解決するため、本発明は実施の形態に示す図1～図17に対応付けした以下の構成を採用している。但し、各要素に付した括弧付き符号はその要素の例示に過ぎず、各要素を限定するものではない。

本発明の第1の態様に従えば、基板（P）に液体（LQ）を介して露光光（ELL）を照射して前記基板を露光する露光装置であって：基板上に液体を供給する液体供給機構（10）と；投影光学系（PL）と；前記液体供給機構から供給された液体の圧力を調整する圧力調整機構（90）を備える露光装置（EX）が提供される。

本発明によれば、液体供給機構（１０）から供給された液体（ＬＱ）の圧力を圧力調整機構（９０）を使って調整することで、例えば液体（ＬＱ）の圧力変動に伴う基板（Ｐ）や基板ステージ（ＰＳＴ）の変形、あるいは投影光学系（ＰＬ、２）の変位や振動の発生を防止することができる。したがって、高い露光精度及び計測精度を得ることができる。

本発明の第２の態様に従えば、液体（ＬＱ）を介して基板（Ｐ）に露光光（ＥＬ）を照射して前記基板を露光する露光装置であって：投影光学系（ＰＬ）と；前記液体を供給するための液体供給機構（１０）と；前記投影光学系の像面側の気体を排出する排気機構（９０、９２）とを備え；前記排気機構の排気口（９８Ａ、９８Ｂ）は、前記液体供給機構（１０）の液体供給口（１３Ａ、１３Ｂ）よりも前記投影光学系（ＰＬ）による投影領域の近くに配置され、前記液体供給機構による液体供給は、前記排気機構（９０、９２）による気体の排出を行いながら開始される露光装置（ＥＸ）が提供される。

本発明によれば、投影光学系（ＰＬ）の投影領域（ＡＲ１）の近くに配置された排気口（９８Ａ、９８Ｂ）を介して投影光学系（ＰＬ）の像面側の気体の排出を行いながら、液体供給機構（１０）による液体（ＬＱ）の供給を開始することにより、その排気口（９８Ａ、９８Ｂ）近傍が負圧化されるので、供給された液体（ＬＱ）は前記負圧化された負圧化領域に円滑に配置される。したがって、投影光学系（ＰＬ）の像面側に形成される液浸領域（ＡＲ２）に気体部分が生成される不都合を防止することができ、高い露光精度及び計測精度を得ることができる。

本発明の第３の態様に従えば、液体（ＬＱ）を介して基板（Ｐ）に露光光（ＥＬ）を照射して前記基板を露光する露光装置であって：投影光学系（ＰＬ）と；液体（ＬＱ）を供給するための液体供給機構（１０）と；投影光学系（ＰＬ）の投影領域（ＡＲ１）に対して液体供給機構（１０）の液体供給口（１３Ａ、１３Ｂ）の外側に液体回収口（２３Ａ、２３Ｂ）を有する第１液体回収機構（２０）

と；第１液体回収機構（２０）とは別の駆動源（１００Ｂ）を有し、投影光学系（ＰＬ）の投影領域（ＡＲ１）に対して第１液体回収機構（２０）の液体回収口（２３Ａ、２３Ｂ）の外側に液体回収口（４３Ａ、４３Ｂ）を有する第２液体回収機構（４０）とを備える露光装置（ＥＸ）が提供される。

本発明によれば、第１液体回収機構（２０）の液体回収口（２３Ａ、２３Ｂ）で回収しきれなかった液体（ＬＱ）は、第２液体回収機構（４０）の液体回収口（４３Ａ、４３Ｂ）を介して回収されるので、液体（ＬＱ）の流出を防止することができる。また、第１液体回収機構（２０）を駆動する駆動源（１００Ａ）に異常が生じて、第２液体回収機構（４０）は別の駆動源（１００Ｂ）で駆動されるので、第２液体回収機構（４０）で液体（ＬＱ）を良好に回収することができ、液体（ＬＱ）の流出を防止することができる。したがって、液体（ＬＱ）の流出に起因する露光精度及び計測精度の劣化を防止することができる。

本発明の第４の態様に従えば、液体（ＬＱ）を介して基板（Ｐ）に露光光を照射して前記基板を露光する露光装置であって：投影光学系（ＰＬ）と；前記液体を供給するための液体供給機構（１０）と；前記液体を回収するための液体回収機構（２０）と；前記基板を保持する基板ステージ（ＰＳＴ）とを備え；前記液体供給機構（１０）と前記液体回収機構（２０）とによって前記基板ステージ（ＰＳＴ）上に局所的に液浸領域（ＡＲ２）が形成されている状態で、前記基板ステージ（ＰＳＴ）が第１位置から第２位置へほぼ直線的に移動するときに、前記第１位置と前記第２位置との間隔に応じて前記基板ステージの移動速度が異なる露光装置（ＥＸ）が提供される。

本発明によれば、例えば第１位置と第２位置との間隔が長く、基板ステージ（ＰＳＴ）が長距離を移動するような場合、液体（ＬＱ）が流出したり、液体（ＬＱ）の枯渇や剥離などによって気体部分が生成されるなど、投影光学系（ＰＬ）の像面側に液体（ＬＱ）を良好に保持しておくことが困難になる可能性があるが、そのような場合には基板ステージ（ＰＳＴ）の移動速度を遅くすることで、

投影光学系（P L）の像面側に液体（L Q）を良好に保持することができる。したがって、液体（L Q）の流出や液浸領域における気体部分の生成を防止し、液体（L Q）の流出や気体部分の生成などに起因する露光精度及び計測精度の劣化を防止することができる。一方、第1位置と第2位置との間隔が短く、基板ステージ（P S T）が長距離を移動しない場合、基板ステージ（P S T）の移動速度を速くすることで、スループットを向上することができる。

本願において、用語「基板ステージ（P S T）上の液浸領域（A R 2）」とは、「基板ステージ（P S T）に保持された基板（P）上の液浸領域（A R 2）」も含む。

本発明の第5の態様に従えば、液体を介して基板（P）に露光光（E L）を照射して、前記基板を露光する露光装置であって：投影光学系（P L）と；前記液体を供給するための液体供給機構（1 0）と；前記液体を回収するための液体回収機構（2 0）と；前記基板を保持する基板ステージ（P S T）とを備え；前記液体供給機構（1 0）と前記液体回収機構（2 0）とによって前記基板ステージ（P S T）上に局所的に液浸領域（A R 2）が形成されている状態で、前記基板ステージ（P S T）が第1位置から第2位置へほぼ直線的に移動するときに、前記第1位置から前記第2位置への前記基板ステージの移動方向に応じて前記基板ステージの移動速度が異なる露光装置（E X）が提供される。

本発明によれば、例えば液体（L Q）の供給口（1 3）及び回収口（2 3）の配置や大きさによっては、基板ステージ（P S T）の移動方向によって投影光学系（P L）の像面側に液体（L Q）を良好に保持できずにその液体（L Q）が流出したり、あるいは液浸領域（A R 2）の液体（L Q）が枯渇したり剥離して気体部分が生成されるなどの不都合が生じる可能性があるが、基板ステージ（P S T）の移動方向に応じて基板ステージ（P S T）の移動速度を異ならせることで、液体（L Q）の流出や気体部分の生成などの不都合の発生を防止することができ、露光精度及び計測精度の劣化を防止することができる。例えば基板ステージ（P

S T) を液体回収力が弱い方向に移動させる場合などには、基板ステージ (P S T) の移動速度を遅くすることで、投影光学系 (P L) の像面側に液体 (L Q) を良好に保持することができる。一方、例えば液体回収力や液体供給力が強い方向に基板ステージ (P S T) を移動する場合には、基板ステージ (P S T) の移動速度を速くすることで、スループットを向上することができる。

本発明の第 6 の態様に従えば、基板 (P) 上にもたらされた液体 (L Q) を介して基板 (P) に露光光 (E L) を照射して前記基板を露光する露光装置であって：光透過部 (7 0 T) を有し且つ内部に液体の流路 (1 4, 2 4, 4 4, 9 4, 9 6) が形成された流路形成部材 (7 0) と；前記流路形成部材 (7 0) の流路を通じて基板 (P) と流路形成部材 (7 0) の間に液体を供給する液体供給装置 (1 0) とを備え、基板 (P) と流路形成部材 (7 0) の間に供給された液体の圧力が前記流路 (9 4, 9 6) を通じて供給される液体の流量により調節される露光装置が提供される。この露光装置では、流路形成部材と基板との間に液体が供給されるので、流路形成部材の流路を通じて供給される液体の流量を制御することにより、基板上の液体が基板に及ぼす圧力を調節することができる。

本発明の第 7 の態様に従えば、基板 (P) に液体 (L Q) を介して露光光 (E L) を照射して前記基板を露光する露光方法であって：基板 (P) 上に液体 (L Q) を供給することと；基板上に供給した液体 (L Q) の圧力を調整することと；液体 (L Q) を介して基板に露光光を照射して基板を露光することを含む露光方法が提供される。本発明によれば、供給された液体の圧力を調整することで、例えば液体の圧力変動に伴う基板や基板ステージの変形、変位、振動などの発生を防止することができる。

本発明の第 8 の態様に従えば、投影光学系 (P L) と液体 (L Q) とを介して基板 (P) に露光光 (E L) を照射して前記基板を露光する露光方法であって：前記液体を基板に液体 (L Q) を供給することと；投影光学系 (P L) の近傍に配置され、鉛直方向 (Z 方向) に関して、投影光学系 (P L) の終端面 (2 A)

よりも高い位置で気体を排気することと；液体を介して基板に露光光を照射して基板を露光することを含む露光方法が提供される。この露光方法によれば、液浸領域を形成する液体内にバブルのような気体部分が生成される不都合が防止される。

本発明の第 9 の態様に従えば、液体（L Q）を介して基板（P）上に露光光（E L）を照射して前記基板を露光する露光方法であって：前記液体（L Q）を基板（P）に液体を供給することと；投影光学系（P L）に対して、液体が供給される位置よりも遠い位置で、第 1 及び第 2 液体回収機構（2 0，4 0）により基板上の液体を回収することと；液体を介して基板に露光光を照射して基板を露光することを含み；第 1 及び第 2 液体回収機構の駆動電源（1 0 0 A，1 0 0 B）が異なる露光方法が提供される。本発明によれば、第 1 液体回収機構を駆動する駆動源に異常が生じて、第 2 液体回収機構は別の駆動源で駆動されるので、第 2 液体回収機構で液体を良好に回収することができ、液体の流出を防止することができる。

本発明の第 1 0 の態様に従えば、液体（L Q）を介して基板（P）上に露光光を照射して前記基板（P）を露光する露光方法であって：液体（L Q）を介して基板（P）に露光光を照射して基板（P）を露光することと；基板を露光していないときに、基板上に液体を保持したまま基板（P）を第 1 位置から第 2 位置へ移動することと；その第 1 位置と第 2 位置との位置関係に応じて前記第 1 位置から前記第 2 位置への前記基板の移動速度を調整することを含む露光方法が提供される。本発明によれば、基板を、例えば、基板ステージで第 1 位置から第 2 位置へ移動する場合、移動距離や移動方向に応じて移動速度を調節することで、液体を基板上に良好に保持することができる。

本発明の第 1 1 の態様に従えば、第 1 から第 6 態様の露光装置を用いるデバイス製造方法が提供される。また、本発明の第 1 2 の態様に従えば、第 7 から第 1 0 態様の露光装置を用いるデバイス製造方法が提供される。

本発明によれば、液浸領域（A R 2）を良好に形成して高い露光精度及び計測精度を得ることができるので、所望の性能を有するデバイスを製造することができる。

図面の簡単な説明

- 図 1 は、本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。
- 図 2 は、基板ステージを示す平面図である。
- 図 3 は、流路形成部材を示す斜視図である。
- 図 4 は、流路形成部材を下面側から見た斜視図である。
- 図 5 は、図 3 の A - A 断面矢視図である。
- 図 6 は、図 3 の B - B 断面矢視図である。
- 図 7 は、液浸領域及び予備液浸領域を示す模式図である。
- 図 8 は、液浸領域及び予備液浸領域を示す模式図である。
- 図 9 は、流路形成部材のうち第 4 部材を除いた状態を示す斜視図である。
- 図 10 は、流路形成部材のうち第 1、第 2 部材を除いた状態を下面側から見た斜視図である。
- 図 11（a）～（d）は、本発明の露光装置の動作の一例を示す模式図である。
- 図 12 は、本発明の露光装置の別の実施形態を示す断面図である。
- 図 13 は、本発明の露光装置の別の実施形態を示す模式図である。
- 図 14（a）～（d）は、図 13 に示す露光装置の動作の一例を示す模式図である。
- 図 15 は、本発明の露光装置の動作の一例を示す平面図である。
- 図 16 は、液体供給口及び液体回収口の別の実施形態を示す平面図である。
- 図 17 は、半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の露光方法及び露光装置について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれらに限定されない。

図 1 は本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。図 1 において、露光装置 E X は、マスク M を支持するマスクステージ M S T と、基板 P を支持する基板ステージ P S T と、マスクステージ M S T に支持されているマスク M を露光光 E L で照明する照明光学系 I L と、露光光 E L で照明されたマスク M のパターン像を基板ステージ P S T に支持されている基板 P に投影露光する投影光学系 P L と、露光装置 E X 全体の動作を統括制御する制御装置 C O N T とを備えている。露光装置 E X 全体は、電力会社から供給される商用電源（第 1 駆動源） 1 0 0 A からの電力によって駆動されるようになっている。

本実施形態の露光装置 E X は、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに焦点深度を実質的に広くするために液浸法を適用した液浸露光装置であって、基板 P 上に液体 L Q を供給する液体供給機構 1 0 と、基板 P 上の液体 L Q を回収する第 1 液体回収機構 2 0 及び第 2 液体回収機構 4 0 とを備えている。露光装置 E X は、少なくともマスク M のパターン像を基板 P 上に転写している間、液体供給機構 1 0 から供給した液体 L Q により投影光学系 P L の投影領域 A R 1 を含む基板 P 上の一部に、投影領域 A R 1 よりも大きく且つ基板 P よりも小さい液浸領域 A R 2 を局所的に形成する。具体的には、露光装置 E X は、投影光学系 P L の像面側終端部の光学素子 2 と、その像面側に配置された基板 P 表面との間に液体 L Q を満たす局所液浸方式を採用し、この投影光学系 P L と基板 P との間の液体 L Q 及び投影光学系 P L を介してマスク M を通過した露光光 E L を基板 P に照射することによってマスク M のパターンを基板 P に投影露光する。

また、後に詳述するように、露光装置 E X は、液体供給機構 1 0 から供給された液体 L Q の圧力を調整する圧力調整機構 9 0 を備えている。圧力調整機構 9 0 は、液体供給機構 1 0 から供給された液体 L Q に更に液体 L Q を追加可能な圧力調整用液体供給部 9 1 と、液体 L Q の一部を回収可能な圧力調整用液体回収部 9

2とを備えている。圧力調整機構90の動作は制御装置CONTにより制御される。

本実施形態では、露光装置EXとしてマスクMと基板Pとを走査方向における互いに異なる向き（逆方向）に同期移動しつつマスクMに形成されたパターンを基板Pに露光する走査型露光装置（所謂スキャニングステッパ）を使用する場合を例にして説明する。以下の説明において、投影光学系PLの光軸AXと一致する方向をZ軸方向、Z軸方向に垂直な平面内でマスクMと基板Pとの同期移動方向（走査方向）をX軸方向、Z軸方向及びX軸方向に垂直な方向（非走査方向）をY軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸まわりの回転（傾斜）方向をそれぞれ、 θX 、 θY 、及び θZ 方向とする。

照明光学系ILは、マスクステージMSTに支持されているマスクMを露光光ELで照明するものであり、露光用光源、露光用光源から射出された光束の照度を均一化するオプティカルインテグレータ、オプティカルインテグレータからの露光光ELを集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、露光光ELによるマスクM上の照明領域をスリット状に設定する可変視野絞り等を有している。マスクM上の所定の照明領域は照明光学系ILにより均一な照度分布の露光光ELで照明される。照明光学系ILから射出される露光光ELとしては、例えば水銀ランプから射出される輝線（g線、h線、i線）及びKrFエキシマレーザ光（波長248nm）等の遠紫外光（DUV光）や、ArFエキシマレーザ光（波長193nm）及びF₂レーザ光（波長157nm）等の真空紫外光（VUV光）などが用いられる。本実施形態においてはArFエキシマレーザ光が用いられる。

本実施形態において、液体LQには純水が用いられる。純水はArFエキシマレーザ光のみならず、例えば水銀ランプから射出される輝線（g線、h線、i線）及びKrFエキシマレーザ光（波長248nm）等の遠紫外光（DUV光）も透過可能である。

マスクステージMSTは、マスクMを保持して移動可能であって、例えばマスクMを真空吸着（又は静電吸着）により固定している。マスクステージMSTは、リニアモータ等を含むマスクステージ駆動装置MSTDにより、投影光学系PLの光軸AXに垂直な平面内、すなわちXY平面内で2次元移動可能及び θZ 方向に微少回転可能である。そして、マスクステージMSTは、X軸方向に指定された走査速度で移動可能となっており、マスクMの全面が少なくとも投影光学系PLの光軸AXを横切ることができるだけのX軸方向の移動ストロークを有している。

マスクステージMST上にはマスクステージと共に移動する移動鏡31が設けられている。また、移動鏡31に対向する位置にはレーザ干渉計32が設けられている。マスクステージMST上のマスクMの2次元方向の位置、及び θZ 方向の回転角（場合によっては θX 、 θY 方向の回転角も含む）はレーザ干渉計32によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONTは、レーザ干渉計32の計測結果に基づいてマスクステージ駆動装置MSTDを駆動することでマスクステージMSTに支持されているマスクMの位置を制御する。

投影光学系PLは、マスクMのパターンを所定の投影倍率 β で基板Pに投影露光する。投影光学系PLは基板P側の先端部に設けられた光学素子（レンズ）2を含む複数の光学素子で構成されており、これら光学素子2は鏡筒PKで支持されている。本実施形態において、投影光学系PLは、投影倍率 β が例えば $1/4$ あるいは $1/5$ の縮小系である。なお、投影光学系PLは等倍系及び拡大系のいずれでもよい。

本実施形態の投影光学系PLの先端部の光学素子2は鏡筒PKより露出しており、液浸領域AR2の液体LQが接触する。光学素子2は蛍石で形成されている。あるいは、蛍石表面に MgF_2 、 Al_2O_3 、 SiO_2 等を付着させてもよい。蛍石、または MgF_2 、 Al_2O_3 、 SiO_2 等は水との親和性が高いので、光学素子2の

液体接触面 2 A のほぼ全面に液体 L Q を密着させることができる。すなわち、本実施形態においては光学素子 2 の液体接触面 2 A との親和性が高い液体（水）L Q を供給するようにしているので、光学素子 2 の液体接触面 2 A と液体 L Q との密着性が高く、光学素子 2 と基板 P との間の光路を液体 L Q で確実に満たすことができる。なお、光学素子 2 は、水との親和性が高い石英であってもよい。また、光学素子 2 の液体接触面 2 A に親水化（親液化）処理を施して、液体 L Q との親和性をより高めるようにしてもよい。

基板ステージ P S T は、基板 P を保持して移動可能であって、X Y ステージ 5 1 と、X Y ステージ 5 1 上に搭載された Z チルトステージ 5 2 とを含んで構成されている。X Y ステージ 5 1 は、ステージベース S B の上面の上方に不図示の非接触ベアリングである気体軸受（エアベアリング）を介して非接触支持されている。X Y ステージ 5 1（基板ステージ P S T）はステージベース S B の上面に対して非接触支持された状態で、リニアモータ等を含む基板ステージ駆動装置 P S T D により、投影光学系 P L の光軸 A X に垂直な平面内、すなわち X-Y 平面内で 2 次元移動可能及び θ Z 方向に微小回転可能である。この X Y ステージ 5 1 上に Z チルトステージ 5 2 が搭載され、Z チルトステージ 5 2 上に不図示の基板ホルダを介して基板 P が例えば真空吸着等により保持されている。Z チルトステージ 5 2 は、Z 軸方向、 θ X 方向、及び θ Y 方向にも移動可能に設けられている。基板ステージ駆動装置 P S T D は制御装置 C O N T により制御される。

基板ステージ P S T（Z チルトステージ 5 2）上には、基板ステージ P S T とともに投影光学系 P L に対して移動する移動鏡 3 3 が設けられている。また、移動鏡 3 3 に対向する位置にはレーザ干渉計 3 4 が設けられている。基板ステージ P S T 上の基板 P の 2 次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計 3 4 によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T はレーザ干渉計 3 4 の計測結果に基づいてリニアモータ等を含む基板ステージ駆動装置 P S T D を駆動することで基板ステージ P S T に支持されている基板 P の位置決めを行う。

また、露光装置EXは、基板ステージPSTに支持されている基板Pの表面の位置を検出する後述するフォーカス・レベリング検出系(80)を備えている。フォーカス・レベリング検出系の受光結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONTはフォーカス・レベリング検出系の検出結果に基づいて、基板P表面のZ軸方向の位置情報、及び基板Pの θX 及び θY 方向の傾斜情報を検出することができる。Zチルトステージ52は、基板Pのフォーカス位置及び傾斜角を制御して基板Pの表面をオートフォーカス方式、及びオートレベリング方式で投影光学系PLの像面に合わせ込み、XYステージ51は基板PのX軸方向及びY軸方向における位置決めを行う。なお、ZチルトステージとXYステージとを一体的に設けてよいことは言うまでもない。

基板ステージPSTの近傍には、基板P上のアライメントマークあるいは基板ステージPST(Zチルトステージ52)上に設けられた基準マーク(後述)を検出する基板アライメント系(不図示)が設けられている。また、マスクステージMSTの近傍には、マスクMと投影光学系PLとを介して基板ステージPST(Zチルトステージ52)上の基準マークを検出するマスクアライメント系360が設けられている。マスクアライメント系360は、所謂TTM(スルー・ザ・マスク)方式(あるいはTTR(スルー・ザ・レチクル)方式ともいう)のアライメント系を構成している。なお、基板アライメント系の構成としては、例えば特開平4-65603号公報に開示されているものを用いることができ、マスクアライメント系360の構成としては、例えば特開平7-176468号公報に開示されているものを用いることができる。

また、基板ステージPST(Zチルトステージ52)上には、基板ステージPSTに保持された基板Pを囲むようにプレート部材56が設けられている。プレート部材56は環状部材であって、基板Pの外側に配置されている。プレート部材56は、基板ステージPSTに保持された基板Pの表面とほぼ同じ高さ(面

一)の平坦面(平坦部)57を有している。平坦面57は、基板ステージPSTに保持された基板Pの外側の周囲に配置されている。

プレート部材56は、例えばポリ四フッ化エチレン(テフロン(登録商標))などの撥液性を有する材料によって形成されている。そのため、平坦面57は撥液性を有する。なお、例えば所定の金属などでプレート部材56を形成し、その金属製のプレート部材56の少なくとも平坦面57に対して撥液処理を施すことで、平坦面57を撥液性にしてもよい。プレート部材56(平坦面57)の撥液処理としては、例えば、ポリ四フッ化エチレン等のフッ素系樹脂材料、アクリル系樹脂材料、シリコン系樹脂材料等の撥液性材料を塗布、あるいは前記撥液性材料からなる薄膜を貼付する。また、表面処理のための膜は、単層膜であってもよいし複数の層からなる膜であってもよい。撥液性にするための撥液性材料としては液体LQに対して非溶解性の材料が用いられる。また、撥液性材料の塗布領域としては、プレート部材56の表面全域に対して塗布してもよいし、例えば平坦面57など撥液性を必要とする一部の領域のみに対して塗布するようにしてもよい。

基板Pの周囲に、基板P表面とほぼ面一の平坦面57を有するプレート部材56を設けたので、基板Pのエッジ領域Eを液浸露光するときにおいても、基板Pのエッジ部の外側には段差部がほぼ無いので、投影光学系PLの下に液体LQを保持し、投影光学系PLの像面側に液浸領域AR2を良好に形成することができる。また、平坦面57を撥液性にするにより、液浸露光中における基板P外側(平坦面57外側)への液体LQの流出を抑え、また液浸露光後においても液体LQを円滑に回収できて、平坦面57上に液体LQが残留することを防止することができる。

なお本実施形態においては、プレート部材56は、基板Pの周囲だけに形成されているが、基板ステージPST(Zチルトステージ52)上のほぼ全面に配置するようにしてもよい。この場合、移動鏡33の上面も、基板ステージPSTの

上面とほぼ面一にしてもよい。また、投影光学系 P L の像面側の光路空間に液体 L Q を良好に保持できるならば、基板ステージ P S T 上面と基板ステージ P S T に保持された基板 P の表面とにわずかな段差があってもよい。

液体供給機構 1 0 は、所定の液体 L Q を投影光学系 P L の像面側に供給するためのものであって、液体 L Q を送出可能な液体供給部 1 1 と、液体供給部 1 1 にその一端部を接続する供給管 1 2 (1 2 A、1 2 B) とを備えている。液体供給部 1 1 は、液体 L Q を収容するタンク、及び加圧ポンプ等を備えている。基板 P 上に液浸領域 A R 2 を形成する際、液体供給機構 1 0 は液体 L Q を基板 P 上に供給する。なお、液体供給部 1 1 のタンク、加圧ポンプは、必ずしも露光装置 E X が備えている必要はなく、露光装置 E X が設置される工場などの設備を代用することもできる。

第 1 液体回収機構 2 0 は、投影光学系 P L の像面側の液体 L Q を回収するためのものであって、液体 L Q を回収可能な第 1 液体回収部 2 1 と、第 1 液体回収部 2 1 にその一端部を接続する回収管 2 2 (2 2 A、2 2 B) とを備えている。第 1 液体回収部 2 1 は例えば真空ポンプ等の真空系 (吸引装置)、回収された液体 L Q と気体とを分離する気液分離器、及び回収した液体 L Q を収容するタンク等を備えている。なお真空系として、露光装置 E X に真空ポンプを設けずに、露光装置 E X が配置される工場の真空系を用いるようにしてもよい。基板 P 上に液浸領域 A R 2 を形成するために、第 1 液体回収機構 2 0 は液体供給機構 1 0 より供給された基板 P 上の液体 L Q を所定量回収する。

第 2 液体回収機構 4 0 は、投影光学系 P L の像面側の液体 L Q を回収するためのものであって、液体 L Q を回収可能な第 2 液体回収部 4 1 と、第 2 液体回収部 4 1 にその一端部を接続する回収管 4 2 (4 2 A、4 2 B) とを備えている。第 2 液体回収部 4 1 は例えば真空ポンプ等の真空系 (吸引装置)、回収された液体 L Q と気体とを分離する気液分離器、及び回収した液体 L Q を収容するタンク等を備えている。なお真空系として、露光装置 E X に真空ポンプを設けずに、露光

装置E Xが配置される工場の真空系を用いるようにしてもよい。なお、基板P（基板ステージP S T）上に局所的に液浸領域A R 2を形成するための機構は、上述に限られず、例えば米国特許公開第2 0 0 4 / 0 2 0 7 8 2号公報や国際公開第2 0 0 4 / 0 5 5 8 0 3号公報に開示されている機構を採用することもでき、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、これらの文献の記載内容を援用して本文の記載の一部とする。

また、第2液体回収機構4 0は、第1液体回収機構2 0を含む露光装置E X全体の駆動源である商用電源1 0 0 Aとは別の無停電電源（第2駆動源）1 0 0 Bを有している。無停電電源1 0 0 Bは、例えば商用電源1 0 0 Aの停電時に、第2液体回収機構4 0の駆動部に対して電力（駆動力）を供給する。

なお、第2液体回収機構4 0に電力を供給する電源1 0 0 Bは、無停電電源であることが望ましいが、商用電源1 0 0 Aと同一のものであってもよい。この場合、電力会社からの電力供給が停止されない限り、電源1 0 0 A、1 0 0 Bのいずれか一方に異常が生じて、他方の電源から供給される電力で駆動する液体回収機構を使って液浸領域A R 2を形成する液体L Qを回収することができる。

Zチルトステージ5 2のうちプレート部材5 6の外側には、基板Pの外側に流出した液体L Qを回収する第3液体回収機構6 0を構成する液体回収口6 1が設けられている。液体回収口6 1はプレート部材5 6を囲むように形成された環状の溝部であって、その内部にはスポンジ状部材や多孔質体等からなる液体吸収部材6 2が配置されている。液体吸収部材6 2は交換可能である。また、液体回収口6 1には基板ステージP S T内部に形成された回収流路の一端部が接続され、その回収管の他端部は基板ステージP S Tの外側に設けられた第3液体回収部（いずれも不図示）が接続されている。第3液体回収部は、第1、第2液体回収部同様、真空ポンプ等の真空系（吸引装置）、回収された液体L Qと気体とを分離する気液分離器、及び回収した液体L Qを収容するタンク等を備えている。なお、第3液体回収部の真空系、気液分離器、タンクなどは、必ずしも露光装置E

Xが備えている必要はなく、露光装置E Xが設置される工場などの設備を代用することもできる。

第3液体回収機構60を設けたことにより、仮に液体L Qが基板P及びプレート部材56の外側に流出したとしても、その流出した液体L Qを回収することができ、流出した液体L Qの気化による基板Pの置かれている環境変動等の不都合の発生を防止することができる。なお、第3液体回収機構60（第3液体回収部）に真空系を設けずに、液体吸収部材62で回収した液体L Qを自重により基板ステージP S Tの外側に垂れ流す構成であってもよい。更に、真空系を含む第3液体回収部を設けずに、基板ステージP S T上に液体吸収部材62のみを配置しておき、液体L Qを吸収した液体吸収部材62を定期的に（例えば1ロット毎に）交換する構成としてもよい。この場合、基板ステージP S Tは液体L Qにより重量変動するが、液体吸収部材62で回収した液体L Qの重量に応じてステージ制御パラメータを変更することで、ステージ位置決め精度を維持できる。

投影光学系P Lの終端部の光学素子2の近傍には流路形成部材70が配置されている。流路形成部材70は、中央に開口部70B（光透過部）が形成された環状部材であり、開口部70Bには光学素子2が收容される。すなわち、流路形成部材70は、基板P（基板ステージP S T）の上方において光学素子2の周りを囲むように設けられている。流路形成部材70は、例えばアルミニウム、チタン、ステンレス鋼、ジュラルミン、及びこれらを含む合金によって形成可能である。あるいは、流路形成部材70は、ガラス（石英）等の光透過性を有する透明部材（光学部材）によって構成されてもよい。

流路形成部材70は、基板P（基板ステージP S T）の上方に設けられ、その基板P表面に対向するように配置された液体供給口13（13A、13B）を備えている。本実施形態において、流路形成部材70は2つの液体供給口13A、13Bを有している。液体供給口13A、13Bは流路形成部材70の下面70Aに設けられている。

また、流路形成部材 70 は、その内部に液体供給口 13 (13 A、13 B) に対応した供給流路 14 (14 A、14 B) を有している。供給流路 14 A、14 B の一端部は供給管 12 A、12 B を介して供給部 11 にそれぞれ接続され、他端部は液体供給口 13 A、13 B にそれぞれ接続されている。

供給管 12 A、12 B の途中には、液体供給部 11 から送出され、液体供給口 13 A、13 B のそれぞれに対する単位時間あたりの液体供給量を制御するマスフローコントローラと呼ばれる流量制御器 16 A、16 B がそれぞれ設けられている。流量制御器 16 (16 A、16 B) による液体供給量の制御は制御装置 CONT の指令信号の下で行われる。

更に、流路形成部材 70 は、基板 P (基板ステージ PST) の上方に設けられ、その基板 P 表面に対向するように配置された液体回収口 23 を備えている。本実施形態において、流路形成部材 70 は 2 つの液体回収口 23 A、23 B を有している。液体回収口 23 A、23 B は流路形成部材 70 の下面 70 A に設けられている。

また、流路形成部材 70 は、その内部に液体回収口 23 (23 A、23 B) に対応した回収流路 24 (24 A、24 B) を有している。回収流路 24 A、24 B の一端部は回収管 22 A、22 B を介して第 1 液体回収部 21 にそれぞれ接続され、他端部は液体回収口 23 A、23 B にそれぞれ接続されている。

更に、流路形成部材 70 は、基板 P (基板ステージ PST) の上方に設けられ、その基板 P 表面に対向するように配置された補助液体回収口 43 を備えている。本実施形態において、流路形成部材 70 は 2 つの補助液体回収口 43 A、43 B を有している。補助液体回収口 43 A、43 B は流路形成部材 70 の下面 70 A に設けられている。

また、流路形成部材 70 は、その内部に補助液体回収口 43 (43A、43B) に対応した回収流路 44 (44A、44B) を有している。回収流路 44A、44B の一端部は回収管 42A、42B を介して第 2 液体回収部 41 にそれぞれ接続され、他端部は補助液体回収口 43A、43B にそれぞれ接続されている。

本実施形態において、流路形成部材 70 は、液体供給機構 10、第 1 液体回収機構 20、及び第 2 液体回収機構 40 それぞれの一部を構成している。そして、液体供給機構 10 を構成する液体供給口 13A、13B は、投影光学系 PL の投影領域 AR1 を挟んだ X 軸方向両側のそれぞれの位置に設けられており、第 1 液体回収機構 20 を構成する液体回収口 23A、23B は、投影光学系 PL の投影領域 AR1 に対して液体供給機構 10 の液体供給口 13A、13B の外側に設けられており、第 2 液体回収機構 40 を構成する補助液体回収口 43A、43B は、投影光学系 PL の投影領域 AR1 に対して第 1 液体回収機構 20 の液体回収口 23A、23B の外側に設けられている。

液体供給部 11 及び流量制御器 16 の動作は制御装置 CONT により制御される。基板 P 上に液体 LQ を供給する際、制御装置 CONT は、液体供給部 11 より液体 LQ を送出し、供給管 12A、12B、及び供給流路 14A、14B を介して、基板 P の上方に設けられている液体供給口 13A、13B より基板 P 上に液体 LQ を供給する。このとき、液体供給口 13A、13B は投影光学系 PL の投影領域 AR1 の両側に配置されており、その液体供給口 13A、13B を介して、投影領域 AR1 の両側から液体 LQ を供給可能である。また、液体供給口 13A、13B のそれぞれから基板 P 上に供給される液体 LQ の単位時間あたりの量は、供給管 12A、12B のそれぞれに設けられた流量制御器 16A、16B により個別に制御可能である。

第 1 液体回収部 21 の液体回収動作は制御装置 CONT により制御される。制御装置 CONT は、第 1 液体回収部 21 による単位時間あたりの液体回収量を制御可能である。基板 P の上方に設けられた液体回収口 23A、23B から回収さ

れた基板P上の液体LQは、流路形成部材70の回収流路24A、24B、及び回収管22A、22Bを介して第1液体回収部21に回収される。

第2液体回収部41の液体回収動作は制御装置CONTにより制御される。制御装置CONTは、第2液体回収部41による単位時間あたりの液体回収量を制御可能である。基板Pの上方に設けられた補助液体回収口43A、43Bから回収された基板P上の液体LQは、流路形成部材70の回収流路44A、44B、及び回収管42A、42Bを介して第2液体回収部41に回収される。また、第2液体回収機構40は無停電電源100Bにより常時駆動している。例えば、商用電源100Aが停電した場合、第1液体回収機構20の液体回収動作は停止するが、第2液体回収機構40の第2液体回収部41は、無停電電源100Bより供給される電力で駆動される。この場合、第2液体回収部41を含む第2液体回収機構40の液体回収動作は、制御装置CONTに制御されず、例えば第2液体回収機構40に内蔵された別の制御装置からの指令信号に基づいて制御される。あるいは、商用電源100Aの停電時においては、無停電電源100Bは、第2液体回収機構40に加えて制御装置CONTにも電力を供給するようにしてもよい。この場合、その無停電電源100Bからの電力によって駆動される制御装置CONTが、第2液体回収機構40の液体回収動作を制御するようにしてもよい。

なお、本実施形態において、供給管12A、12Bは1つの液体供給部11に接続されているが、供給管の数に対応した液体供給部11を複数（例えば、2つ）設け、供給管12A、12Bのそれぞれを前記複数の液体供給部11のそれぞれに接続するようにしてもよい。

また、回収管22A、22Bは、1つの液体回収部21に接続されているが、回収管の数に対応した第1液体回収部21を複数（例えば、2つ）設け、回収管22A、22Bのそれぞれを前記複数の第1液体回収部21のそれぞれに接続するようにしてもよい。

同様に、回収管 4 2 A、4 2 B は、1 つの液体回収部 4 1 に接続されているが、回収管の数に対応した第 2 液体回収部 4 1 を複数（例えば、2 つ）設け、回収管 4 2 A、4 2 B のそれぞれを前記複数の第 2 液体回収部 4 1 のそれぞれに接続するようにしてもよい。

投影光学系 P L の光学素子 2 の液体接触面 2 A、及び流路形成部材 7 0 の下面（液体接触面）7 0 A は親液性（親水性）を有している。本実施形態においては、光学素子 2 及び流路形成部材 7 0 の液体接触面に対して親液処理が施されており、その親液処理によって光学素子 2 及び流路形成部材 7 0 の液体接触面が親液性となっている。換言すれば、基板ステージ P S T に保持された基板 P の被露光面（表面）と対向する部材の表面のうち少なくとも液体接触面は親液性となっている。本実施形態における液体 L Q は極性の大きい水であるため、親液処理（親水処理）としては、例えばアルコールなど極性の大きい分子構造の物質で薄膜を形成することで、この光学素子 2 や流路形成部材 7 0 の液体接触面に親水性を付与する。すなわち、液体 L Q として水を用いる場合には O H 基など極性の大きい基を分子中に持った物質を前記液体接触面に設ける処理を行うのが望ましい。あるいは、M g F₂、A l₂O₃、S i O₂などを前記液体接触面に設けてもよい。

なお、本実施形態においては、流路形成部材 7 0 の下面（基板 P 側を向く面）7 0 A はほぼ平坦面であるが、流路形成部材 7 0 の下面 7 0 A のうち投影光学系 P L に対して補助液体回収口 4 3（4 3 A、4 3 B）より外側の領域に、X Y 平面に対して傾斜した面、具体的には投影領域 A R 1（液浸領域 A R 2）に対して外側に向かうにつれて基板 P の表面に対して離れるように（上に向かうように）傾斜する所定長さを有する傾斜面（トラップ面）を設けてもよい。こうすることにより、基板 P の移動に伴って投影光学系 P L と基板 P との間の液体 L Q が流路形成部材 7 0 の下面 7 0 A の外側に流出しようとしても、トラップ面で捕捉されるため、液体 L Q の流出を防止することができる。ここで、トラップ面に親液処理を施して親液性にすることで、補助液体回収口 4 3 の外側に流出した液体 L Q はトラップ面で捕捉される。なお、基板 P の表面に塗布されている膜（フォトレ

ジスト等の感光材膜や、反射防止膜あるいは液体から感光材を保護する膜等）が撥液性（撥水性）の場合には、補助液体回収口43の外側に流出した液体LQをより確実にトラップ面で捕捉できる。

図2は基板ステージPST（Zチルトステージ52）を上方から見た平面図である。図2において、平面視矩形状のZチルトステージ52の互いに垂直な2つの縁部に移動鏡33が設けられている。また、Zチルトステージ52のほぼ中央部に、基板Pを保持するZチルトステージ52の一部を構成する基板ホルダPHが配置されている。基板Pの周囲には、基板Pの表面とほぼ同じ高さ（面一）の平坦面57を有するプレート部材56が設けられている。プレート部材56は環状部材であって、基板ホルダPHに保持された基板Pを囲むように配置されている。

また、Zチルトステージ52（基板ステージPST）上のうち、プレート部材56の外側の所定位置には、基準部材300が配置されている。基準部材300には、前記基板アライメント系により検出される基準マークPFMと、マスクアライメント系360により検出される基準マークMFMとが所定の位置関係で設けられている。また、基準部材300の上面301はほぼ平坦面となっており、フォーカス・レベリング検出系の基準面として使ってもよい。更に、基準部材300の上面301は基板P表面、プレート部材56の表面（平坦面）57とほぼ同じ高さ（面一）に設けられている。

また、Zチルトステージ52（基板ステージPST）上のうち、プレート部材56の外側の所定位置には、光学センサとして例えば特開昭57-117238号公報に開示されているような照度ムラセンサ400が配置されている。照度ムラセンサ400は平面視矩形状の上板402を備えている。上板402の上面401はほぼ平坦面となっており、基板P表面、プレート部材56の表面（平坦面）57とほぼ同じ高さ（面一）に設けられている。上板402の上面401に

は、光を通過可能なピンホール部 403 が設けられている。上面 401 のうち、ピンホール部 403 以外はクロムなどの遮光性材料で覆われている。

また、Zチルトステージ 52（基板ステージ P S T）上のうち、プレート部材 56 の外側の所定位置には、光学センサとして例えば特開 2002-14005 号公報に開示されているような空間像計測センサ 500 が設けられている。空間像計測センサ 500 は平面視矩形状の上板 502 を備えている。上板 502 の上面 501 はほぼ平坦面となっており、フォーカス・レベリング検出系の基準面として使ってもよい。そして、上板 502 の上面 501 は基板 P 表面、プレート部材 56 の表面（平坦面）57 とほぼ同じ高さ（面一）に設けられている。上板 502 の上面 501 には、光を通過可能なスリット部 503 が設けられている。上面 501 のうち、スリット部 503 以外はクロムなどの遮光性材料で覆われている。

また、不図示ではあるが、Zチルトステージ 52（基板ステージ P S T）上には、例えば特開平 11-16816 号公報に開示されているような照射量センサ（照度センサ）も設けられており、その照射量センサの上板の上面は基板 P 表面やプレート部材 56 の表面（平坦面）57 とほぼ同じ高さ（面一）に設けられている。

本実施形態における露光装置 E X は、マスク M と基板 P とを X 軸方向（走査方向）に移動しながらマスク M のパターン像を基板 P に投影露光するものであって、走査露光時には、液浸領域 A R 2 の液体 L Q 及び投影光学系 P L を介してマスク M の一部のパターン像が投影領域 A R 1 内に投影され、マスク M が -X 方向（又は +X 方向）に速度 V で移動するのに同期して、基板 P が投影領域 A R 1 に対して +X 方向（又は -X 方向）に速度 $\beta \cdot V$ （ β は投影倍率）で移動する。そして、図 2 に示すように、基板 P 上には複数のショット領域 S 1 ～ S 12 が設定されており、1 つのショット領域への露光終了後に、基板 P のステッピング移動によって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャ

ン方式で基板Pを移動しながら各ショット領域に対する走査露光処理が順次行われる。なお本実施形態では、制御装置CONTは、投影光学系PLの光軸AXが図2の破線矢印58に沿って進むようにレーザ干渉計34の出力をモニタしつつXYステージ51を移動するものとする。

図2に示すように、投影光学系PLの投影領域AR1は、Y軸方向を長手方向とし、X軸方向を短手方向とした平面視矩形状に設定されている。なお、プレート部材56のうち円環状に形成されている平坦面57の幅は少なくとも投影領域AR1より大きく形成されていることが好ましい。これにより、基板Pのエッジ領域Eを露光するときにおいて、露光光ELはプレート部材56の外側に照射されない。更には、平坦面57の幅は、投影光学系PLの像面側に形成される液浸領域AR2よりも大きく形成されていることが好ましい。これにより、基板Pのエッジ領域Eを液浸露光するとき、液浸領域AR2はプレート部材56の平坦面57上に形成され、プレート部材56の外側には形成されないため、液浸領域AR2の液体LQがプレート部材56の外側に流出する等の不都合の発生を防止することができる。

図3は流路形成部材70を示す概略斜視図である。図3に示すように、流路形成部材70は投影光学系PLの終端部の光学素子2の周りを囲むように設けられた環状部材であって、第1部材71と、第1部材71の上部に配置される第2部材72と、第2部材72の上部に配置される第3部材73と、第3部材73の上部に配置される第4部材74とを備えている。流路形成部材70を構成する第1～第4部材71～74のそれぞれは板状部材であって、その中央部に投影光学系PL（光学素子2）を配置可能な穴部71A～74Aを有している。

第1～第4部材71～74のそれぞれには、溝部や貫通穴が適宜形成されており、これら溝部や貫通穴を接続することで、第1～第4部材71～74からなる流路形成部材70の内部に、供給流路14及び回収流路24、44が形成される。

露光装置 E X は、基板ステージ P S T に保持されている基板 P 表面の面位置情報を検出するフォーカス・レベリング検出系 80 を備えている。フォーカス・レベリング検出系 80 は、所謂斜入射方式のフォーカス・レベリング検出系であって、液浸領域 A R 2 の液体 L Q を介して基板 P に斜め方向（斜め上方）から検出光 L a を照射する投光部 81 と、基板 P で反射した検出光 L a の反射光を受光する受光部 82 とを備えている。なお、フォーカス・レベリング検出系 80 の構成としては、例えば特開平 8-37149 号公報に開示されているものを用いることができる。

流路形成部材 70 のうち、-Y 側及び +Y 側の側面のそれぞれには、中央部側（投影光学系 P L 側）に向かって凹む凹部 75、76 がそれぞれ形成されている。一方の凹部 75 にはフォーカス・レベリング検出系 80 の投光部 81 から射出された検出光 L a を透過可能な第 1 光学部材 83 が設けられ、他方の凹部 76 には基板 P 上で反射した検出光 L a を透過可能な第 2 光学部材 84 が設けられている。第 1 光学部材 83 及び第 2 光学部材 84 はフォーカス・レベリング検出系 80 の光学系の一部を構成しているとともに、流路形成部材 70 の一部を構成している。換言すれば、本実施形態においては、流路形成部材 70 の一部がフォーカス・レベリング検出系 80 の一部を兼ねている。

そして、第 1 光学部材 83 及び第 2 光学部材 84 を含む流路形成部材 70 は、投影光学系 P L 先端の光学素子 2 とは分離した状態で支持されている。

なお、液体供給機構 10、第 1 液体回収機構 20、及び第 2 液体回収機構 40 の流路の一部を形成する流路形成部材 70 から、第 1 光学部材 83 及び第 2 光学部材 84 を分離して、流路形成部材 70 と第 1、第 2 光学部材 83、84 とを分離して支持してもよい。

投光部 81 及び受光部 82 は投影光学系 P L の投影領域 A R 1 を挟んでその両側にそれぞれ設けられている。図 3 に示す例では、投光部 81 及び受光部 82 は

投影領域 $AR1$ を挟んで $\pm Y$ 側のそれぞれにおいて投影領域 $AR1$ に対して離れた位置に設けられている。フォーカス・レベリング検出系 80 の投光部 81 は、基板 P 表面に投影光学系 PL の光軸 AX に対して所定の入射角 θ で検出光 La を照射する。投光部 81 から射出された検出光 La は、第 1 光学部材 83 を通過し、基板 P 上の液体 LQ を介して基板 P 上に斜め方向（斜め上方）から入射角 θ で照射される。基板 P 上で反射した検出光 La の反射光は、第 2 光学部材 84 を通過した後、受光部 82 に受光される。ここで、フォーカス・レベリング検出系 80 の投光部 81 は、基板 P 上に複数の検出光 La を照射する。これにより、フォーカス・レベリング検出系 80 は、基板 P 上における例えばマトリクス状の複数の各点（各位置）での各フォーカス位置を求めることができ、求めた複数の各点でのフォーカス位置に基づいて、基板 P 表面の Z 軸方向の位置情報、及び基板 P の θX 及び θY 方向の傾斜情報を検出することができる。

制御装置 $CONT$ は、フォーカス・レベリング検出系 80 の検出結果に基づいて、基板ステージ駆動装置 $PSTD$ を介して基板ステージ PST の Z -チルトステージ 52 を駆動することにより、 Z -チルトステージ 52 に保持されている基板 P の Z 軸方向における位置（フォーカス位置）、及び θX 、 θY 方向における位置を制御する（図 1 参照）。すなわち、 Z -チルトステージ 52 は、フォーカス・レベリング検出系 80 の検出結果に基づく制御装置 $CONT$ からの指令に基づいて動作し、基板 P のフォーカス位置（ Z 位置）及び傾斜角を制御して基板 P の表面（被露光面）をオートフォーカス方式、及びオートレベリング方式で投影光学系 PL 及び液体 LQ を介して形成される像面に対して最適な状態に合わせ込む。

また、図 3 に示すように、露光装置 EX は、液体供給機構 10 から供給された液体 LQ の圧力を調整する圧力調整機構 90 を備えている。圧力調整機構 90 は、液体供給機構 10 から供給された液体 LQ に更に液体 LQ を追加可能な圧力調整用液体供給部 91 と、液体 LQ の一部を回収可能な圧力調整用液体回収部 92 とを備えている。

圧力調整用液体供給部 9 1 には供給管 9 3 (9 3 A、9 3 B) の一端部が接続されており、供給管 9 3 (9 3 A、9 3 B) の他端部は流路形成部材 7 0 の内部に形成されている供給流路 9 4 (9 4 A、9 4 B) に接続されている。圧力調整用液体供給部 9 1 は液体 L Q を収容するタンク、及び加圧ポンプ等を備えている。

供給管 9 3 A の他端部は流路形成部材 7 0 の凹部 7 5 に配置されている。流路形成部材 7 0 の凹部 7 5 における側面に供給流路 9 4 A の一端部が形成されており、この供給流路 9 4 A の一端部に供給管 9 3 A の他端部が接続されている。また、供給管 9 3 B の他端部は流路形成部材 7 0 の凹部 7 6 に配置されている。流路形成部材 7 0 の凹部 7 6 における側面に供給流路 9 4 B の一端部が形成されており、この供給流路 9 4 B の一端部に供給管 9 3 B の他端部が接続されている。

圧力調整用液体回収部 9 2 には、回収管 9 5 (9 5 A、9 5 B) の一端部が接続されており、回収管 9 5 (9 5 A、9 5 B) の他端部は流路形成部材 7 0 の内部に形成されている回収流路 9 6 (9 6 A、9 6 B) の一端部に接続されている。圧力調整用液体回収部 9 2 は、例えば真空ポンプ等の真空系（吸引装置）、回収された液体 L Q と気体とを分離する気液分離器、及び回収した液体 L Q を収容するタンク等を備えている。なお真空系として、露光装置 E X に真空ポンプを設けずに、露光装置 E X が配置される工場の真空系を用いるようにしてもよい。

回収管 9 5 A の他端部は流路形成部材 7 0 の凹部 7 5 に配置されている。流路形成部材 7 0 の凹部 7 5 における側面に回収流路 9 6 A の一端部が形成されており、この回収流路 9 6 A の一端部に回収管 9 5 A の他端部が接続されている。また、回収管 9 5 B の他端部は流路形成部材 7 0 の凹部 7 6 に配置されている。流路形成部材 7 0 の凹部 7 6 における側面に回収流路 9 6 B の一端部が形成されており、この回収流路 9 6 B の一端部に回収管 9 5 B の他端部が接続されている。

図 4 は流路形成部材 7 0 を下面 7 0 A 側から見た斜視図である。図 4 において、投影光学系 P L の投影領域 A R 1 は Y 軸方向（非走査方向）を長手方向とする矩

形状に設定されている。液体LQが満たされた液浸領域AR2（図1参照）は、投影領域AR1を含むように実質的に2つの液体回収口23A、23Bで囲まれた領域内であって且つ基板P上の一部に局所的に形成される。なお、液浸領域AR2は少なくとも投影領域AR1を覆っていればよく、必ずしも2つの液体回収口23A、23Bで囲まれた領域全体が液浸領域にならなくてもよい。

液体供給口13A、13Bは、基板Pに対向する流路形成部材70の下面70Aにおいて、投影領域AR1に対して走査方向（X軸方向）両側のそれぞれに設けられている。具体的には、液体供給口13Aは、流路形成部材70の下面70Aのうち、投影領域AR1に対して走査方向一方側（-X側）に設けられ、液体供給口13Bは他方側（+X側）に設けられている。つまり液体供給口13A、13Bは投影領域AR1の近くに設けられ、走査方向（X軸方向）に関して投影領域AR1を挟むようにその両側に設けられている。液体供給口13A、13Bのそれぞれは、Y軸方向に延びる平面視略コ字状（円弧状）のスリット状に形成されている。流路形成部材70の下面70AのうちY軸方向両側端部には第1、第2光学部材83、84がそれぞれ配置されており、液体供給口13A、13Bは、流路形成部材70の下面70Aのうち、第1、第2光学部材83、84が配置されている以外の領域に亘って形成されている。そして、液体供給口13A、13BのY軸方向における長さは少なくとも投影領域AR1のY軸方向における長さより長くなっている。液体供給口13A、13Bは、少なくとも投影領域AR1を囲むように設けられている。液体供給機構10は、液体供給口13A、13Bを介して投影領域AR1の両側で液体LQを同時に供給可能である（図1参照）。

液体回収口23A、23Bは、基板Pに対向する流路形成部材70の下面70Aにおいて、投影領域AR1に対して液体供給機構10の液体供給口13A、13Bの外側に設けられており、投影領域AR1に対して走査方向（X軸方向）両側のそれぞれに設けられている。具体的には、液体回収口23Aは、流路形成部材70の下面70Aのうち、投影領域AR1に対して走査方向一方側（-X側）

に設けられ、液体回収口 2 3 B は他方側（+ X 側）に設けられている。液体回収口 2 3 A、2 3 B のそれぞれは、Y 軸方向に延びる平面視略コ字状（円弧状）のスリット状に形成されている。液体回収口 2 3 A、2 3 B は、流路形成部材 7 0 の下面 7 0 A のうち、第 1、第 2 光学部材 8 3、8 4 が配置されている以外の領域に亘って形成されている。そして、液体回収口 2 3 A、2 3 B は、液体供給口 1 3 A、1 3 B を囲むように設けられている。

補助液体回収口 4 3 A、4 3 B は、基板 P に対向する流路形成部材 7 0 の下面 7 0 A において、投影領域 A R 1 に対して第 1 液体回収機構 2 0（図 1 参照）の液体回収口 2 3 A、2 3 B の外側に設けられており、投影領域 A R 1 に対して走査方向（X 軸方向）両側のそれぞれに設けられている。具体的には、補助液体回収口 4 3 A は、流路形成部材 7 0 の下面 7 0 A のうち、投影領域 A R 1 に対して走査方向一方側（- X 側）に設けられ、補助液体回収口 4 3 B は他方側（+ X 側）に設けられている。補助液体回収口 4 3 A、4 3 B のそれぞれは、Y 軸方向に延びる平面視略コ字状（円弧状）のスリット状に形成されている。補助液体回収口 4 3 A、4 3 B は、流路形成部材 7 0 の下面 7 0 A のうち、第 1、第 2 光学部材 8 3、8 4 が配置されている以外の領域に亘って形成されている。そして、補助液体回収口 4 3 A、4 3 B は、液体供給口 1 3 A、1 3 B 及び液体回収口 2 3 A、2 3 B を囲むように設けられている。

なお、液体供給口 1 3 は投影領域 A R 1 の X 軸方向両側のそれぞれに 1 つずつ設けられている構成であるが、複數に分割されていてもよく、その数は任意である。同様に、液体回収口 2 3 及び補助液体回収口 4 3 のそれぞれも複數に分割されていてもよい。

また、投影領域 A R 1 の X 軸方向両側に設けられた液体供給口 1 3 のそれぞれは互いにほぼ同じ大きさ（長さ）に形成されているが、互いに異なる大きさであってもよい。同様に、投影領域 A R 1 の X 軸方向両側に設けられた液体回収口 2 3 のそれぞれが互いに異なる大きさであってもよいし、投影領域 A R 1 の X 軸方

向両側に設けられた補助液体回収口 4 3 のそれぞれが互いに異なる大きさであってもよい。

また、供給口 1 3 のスリット幅と回収口 2 3、4 3 のスリット幅とは同じであってもよいし、回収口 2 3、4 3 のスリット幅を、供給口 1 3 のスリット幅より大きくしてもよいし、逆に回収口 2 3、4 3 のスリット幅を、供給口 1 3 のスリット幅より小さくしてもよい。

また、流路形成部材 7 0 (第 1 部材 7 1) の下面 7 0 A には Y 軸方向を長手方向とする凹部 7 8 が形成されている。凹部 7 8 によって形成された Y Z 平面にほぼ平行な内壁面 7 8 A には、液体 L Q の圧力を検出する圧力センサ 1 2 0 が設けられている。圧力センサ 1 2 0 は、投影光学系 P L の光学素子 2 の下面 2 A 及び流路形成部材 7 0 の下面 7 0 A と基板 P との間に形成された液浸領域 A R 2 の液体 L Q の圧力を検出可能であって、その検出結果を制御装置 C O N T に出力する。なお、圧力センサ 1 2 0 の設置位置としては、液浸領域 A R 2 の液体 L Q の流れに影響を及ぼさず、液浸領域 A R 2 の液体 L Q に接触可能な位置 (液体 L Q の圧力検出可能な位置) であればよい。そして、流路形成部材 7 0 の下面 7 0 A のうち、凹部 7 8 の長手方向ほぼ中央部に、投影光学系 P L の先端部の光学素子 2 が露出している。

流路形成部材 7 0 の下面 7 0 A において、凹部 7 8 内に形成された X Y 平面と平行な平坦部 7 8 B には、投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に対して非走査方向 (Y 軸方向) 両側のそれぞれに、圧力調整用液体回収口 (圧力調整用回収口) 9 8 A、9 8 B が設けられている。圧力調整用回収口 9 8 A、9 8 B は、流路形成部材 7 0 の内部に形成されている回収流路 9 6 A、9 6 B の他端部のそれぞれに接続されている。そして、圧力調整用回収口 9 8 A、9 8 B のそれぞれは、回収流路 9 6 A、9 6 B、及び回収管 9 5 A、9 5 B を介して圧力調整用液体回収部 9 2 に接続されている。圧力調整用液体回収部 9 2 が駆動されることにより、圧力調整用回収口 9 8 A、9 8 B を介して液体 L Q を回収することができる。

圧力調整用回収口 98 A は、流路形成部材 70 の下面 70 A に形成された凹部 78 のうち、投影領域 A R 1 に対して非走査方向一方側（－Y 側）に設けられ、圧力調整用回収口 98 B は、他方側（＋Y 側）に設けられている。そして、圧力調整用回収口 98 A、98 B は投影光学系 P L による投影領域 A R 1 の近くに設けられ、投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に対して液体供給機構 10 の液体供給口 13 A、13 B よりも近くに配置されている。

また、圧力調整用液体回収部 92 は真空系を有しており、投影光学系 P L の像面側の光学素子 2 の近傍に配置されている圧力調整用回収口 98 A、98 B を介して、投影光学系 P L の像面側の気体を排出する（負圧化する）ことができる。すなわち、圧力調整用液体回収部 92 及び圧力調整用回収口 98 A、98 B を含む圧力調整機構 90 は、投影光学系 P L の像面側の気体を排気する排気機構としての機能を有している。なお、圧力調整機構 90 とは別に、排気機構を設けてもよい。

流路形成部材 70 の下面 70 A において、凹部 78 内に形成された平坦部 78 B には、投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に対して非走査方向（Y 軸方向）両側のそれぞれに、圧力調整用液体供給口（圧力調整用供給口）97 A、97 B が設けられている。圧力調整用供給口 97 A、97 B は、流路形成部材 70 の内部に形成されている供給流路 94 A、94 B の他端部のそれぞれに接続されている。そして、圧力調整用供給口 97 A、97 B のそれぞれは、供給流路 94 A、94 B、及び供給管 93 A、93 B を介して圧力調整用液体供給部 91 に接続されている。圧力調整用液体供給部 91 が駆動されることにより、圧力調整用供給口 97 A、97 B を介して液体 L Q を供給することができる。

圧力調整用供給口 97 A は、流路形成部材 70 の下面 70 A に形成された凹部 78 のうち、投影領域 A R 1 に対して非走査方向一方側（－Y 側）に設けられ、圧力調整用供給口 97 B は、他方側（＋Y 側）に設けられている。そして、圧力

調整用供給口 97 A、97 B は投影光学系 P L による投影領域 A R 1 の近くに設けられ、投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に対して液体供給機構 10 の液体供給口 13 A、13 B よりも近くに配置されている。

そして、液体供給口 13 A、13 B は、投影領域 A R 1、圧力調整用供給口 97 (97 A、97 B)、及び圧力調整用回収口 98 (98 A、98 B) を囲むように設けられている。

なお、本実施形態においては、圧力調整用供給口 97 A、97 B は、投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に対して圧力調整用回収口 98 A、98 B の外側に設けられているが、内側に設けられていてもよいし、圧力調整用供給口 97 A、97 B と圧力調整用回収口 98 A、98 B とが近接して設けられていてもよい。あるいは、例えば圧力調整用供給口 97 A、97 B を X 軸方向（又は Y 軸方向）に関して投影領域 A R 1 の両側のそれぞれに設け、圧力調整用回収口 98 A、98 B を Y 軸方向（又は X 軸方向）に関して投影領域 A R 1 の両側のそれぞれに設けてもよい。この場合、投影領域 A R 1 に対する圧力調整用供給口 97 A、97 B の距離と、投影領域 A R 1 に対する圧力調整用回収口 98 A、98 B の距離とは、異なってもよいし、ほぼ等しくてもよい。

図 5 は図 3 の A-A 断面矢視図、図 6 は図 3 の B-B 断面矢視図である。図 5 に示すように、供給流路 14 A、14 B のそれぞれは、その一端部を供給管 12 A、12 B に接続しており、他端部を液体供給口 13 A、13 B に接続している。また、供給流路 14 A、14 B のそれぞれは、水平流路部 14 h と鉛直流路部 14 s とを有している。液体供給部 11（図 1 参照）より供給管 12 A、12 B を介して供給された液体 L Q は、供給流路 14 A、14 B に流入し、水平流路部 14 h をほぼ水平方向（X Y 平面方向）に流れた後、ほぼ直角に曲げられて鉛直流路部 14 s を鉛直方向（-Z 方向）に流れ、液体供給口 13 A、13 B より基板 P の上方より基板 P 上に供給される。

回収流路 2 4 A、2 4 B のそれぞれは、その一端部を回収管 2 2 A、2 2 B に接続しており、他端部を液体回収口 2 3 A、2 3 B に接続している。また、回収流路 2 4 A、2 4 B のそれぞれは、水平流路部 2 4 h と鉛直流路部 2 4 s とを有している。真空系を有する第 1 液体回収部 2 1（図 1 参照）の駆動により、基板 P 上の液体 L Q は、その基板 P の上方に設けられている液体回収口 2 3 A、2 3 B を介して回収流路 2 4 A、2 4 b に鉛直上向き（+Z 方向）に流入し、鉛直流路部 2 4 s を流れる。このとき、液体回収口 2 3 A、2 3 B からは、基板 P 上の液体 L Q とともにその周囲の気体（空気）も流入（回収）される。回収流路 2 4 A、2 4 B に +Z 方向に流入した液体 L Q は、ほぼ水平方向に流れの向きを変えられた後、水平流路部 2 4 h をほぼ水平方向に流れる。その後、回収管 2 2 A、2 2 B を介して第 1 液体回収部 2 1 に吸引回収される。

回収流路 4 4 A、4 4 B のそれぞれは、その一端部を回収管 4 2 A、4 2 B に接続しており、他端部を補助液体回収口 4 3 A、4 3 B に接続している。また、回収流路 4 4 A、4 4 B のそれぞれは、水平流路部 4 4 h と鉛直流路部 4 4 s とを有している。真空系を有する第 2 液体回収部 4 1（図 1 参照）の駆動により、基板 P 上の液体 L Q は、補助液体回収口 4 3 A、4 3 B を介して回収流路 4 4 A、4 4 b に鉛直上向き（+Z 方向）に流入し、鉛直流路部 4 4 s を流れる。このとき、補助液体回収口 4 3 A、4 3 B からは、基板 P 上の液体 L Q とともにその周囲の気体（空気）も流入（回収）される。回収流路 4 4 A、4 4 B に +Z 方向に流入した液体 L Q は、ほぼ水平方向に流れの向きを変えられた後、水平流路部 4 4 h をほぼ水平方向に流れる。その後、回収管 4 2 A、4 2 B を介して第 2 液体回収部 4 1 に吸引回収される。

流路形成部材 7 0 と投影光学系 P L の光学素子 2 との間には間隙部 G が設けられている。間隙部 G は、投影光学系 P L の光学素子 2 と流路形成部材 7 0 とを振動的に分離するために設けられたものである。また、流路形成部材 7 0 を含む液体供給機構 1 0、第 1 液体回収機構 2 0、及び第 2 液体回収機構 4 0 と、投影光学系 P L とはそれぞれ別の支持機構で支持されており、振動的に分離されている。

これにより、流路形成部材 70 を含む液体供給機構 10、第 1 液体回収機構 20、及び第 2 液体回収機構 40 で発生した振動が、投影光学系 PL 側に伝達することを防止している。

また、間隙部 G を形成する流路形成部材 70 の内側面 70 T、及び光学素子 2 の側面 2 T のそれぞれは撥液性となっている。具体的には、内側面 70 T 及び側面 2 T のそれぞれは、撥液処理を施されることによって撥液性を有している。撥液処理としては、フッ素系樹脂材料、アクリル系樹脂材料、シリコン系樹脂材料等の撥液性材料を塗布、あるいは前記撥液性材料からなる薄膜を貼付する。また、表面処理のための膜は、単層膜であってもよいし複数の層からなる膜であってもよい。一方、上述したように、投影光学系 PL の光学素子 2 の液体接触面 2 A、及び第 1、第 2 光学部材 83、84 の下面を含む流路形成部材 70 の下面（液体接触面）70 A は親液性（親水性）を有している。

流路形成部材 70 の下面 70 A のうち、投影領域 AR1 に対して液体供給口 13 A、13 B の外側には溝部 130 が形成されている。液体回収口 23 A、23 B は、流路形成部材 70 の下面 70 A のうち溝部 130 の内部に形成されている。溝部 130 は、流路形成部材 70 の下面 70 A において液体回収口 23 に沿うように形成されているとともに、図 4 及び 6 から分るように、第 1、第 2 光学部材 83、84 の下面においても連続して形成されており、投影領域 AR1 を囲むように環状に形成されている。また、投影領域 AR1 に対して溝部 130 の外側には環状の壁部 131 が形成されている。壁部 131 は基板 P 側に突出する凸部である。本実施形態において、壁部 131 の下面 131 A と基板 P との距離は、投影光学系 PL の光学素子 2 の下面 2 A と基板 P との距離 D とほぼ同じである。壁部 131 は、溝部 130 を含む壁部 131 の内側の領域の少なくとも一部に液体 LQ を保持可能である。

図 7 は液体供給口 13 A、13 B、液体回収口 23 A、23 B、溝部 130、及び壁部 131 の位置関係を示す平面図である。液体供給口 13 A、13 B から

供給された液体L Qは、投影光学系P Lの光学素子2と基板Pとの間に液浸領域A R 2を形成するとともに、壁部1 3 1の内側の領域である溝部1 3 0の一部を満たし、予備液浸領域A R 3を形成する。なお、溝部1 3 0の全てが常に液体L Qで満たされるわけではなく、その一部が液体L Qで満たされて、予備液浸領域A R 3が形成される。このように、液体回収口2 3 A、2 3 Bの外側に壁部1 3 1を設けて液体回収口2 3 A、2 3 Bを含むように溝部（バッファ部）1 3 0を形成したことにより、液浸領域A R 2の外側に液体L Qを保持する予備液浸領域A R 3が形成される。ここで、液浸領域A R 2の液体L Qと予備液浸領域A R 3の液体L Qとは密接しており、液体L Qは液浸領域A R 2と予備液浸領域A R 3との間を行き来（流通）可能である。光学素子2等と同様、壁部1 3 1及び溝部1 3 0の表面は親液性であるので、液浸領域A R 2の液体L Qと予備液浸領域A R 3の液体L Qとは分離することなく連続する。

液体供給機構1 0から基板P上に供給された液体L Qは、投影光学系P Lの光学素子2 Aと基板Pとの間を液体L Qで満たして投影領域A R 1を覆うように液浸領域A R 2を形成する。更に、液浸領域A R 2が形成された後も、液体L Qが供給され続けることにより、液浸領域A R 2の外側領域の一部にも液体L Qが満たされて予備液浸領域A R 3が形成される。そして、液浸領域A R 2及び予備液浸領域A R 3を形成した後、第1液体回収機構2 0を駆動し、液体L Qの供給量と回収量とが略同一あるいは供給量が回収量をやや上回る程度に設定し、その状態を維持する。このようにして、露光開始時には、例えば、液浸領域A R 2を形成する液体L Qの約1 0～2 0 %程度以上と同量の液体L Qで予備液浸領域A R 3が形成される。

図8は走査露光時における予備液浸領域A R 3の挙動を示す模式図である。図2との関係で説明したように、基板Pの走査露光時（ステップ移動及びスキャン移動）には、投影光学系P Lに対して基板PがX Y方向に移動する。投影光学系P Lの光学素子2の下面2 A、すなわち液浸領域A R 2の液体L Qは、基板Pの移動に引きずられて、基板Pの移動方向に沿う方向に移動する。特に走査露光時

には、基板Pが高速移動（例えば、400mm/秒程度）するので、液体LQの移動量が大きくなる。この場合、液体LQが基板Pとともに移動すると、投影光学系PLの下面2Aの一部（基板Pの移動方向の後方側）において、液体LQの剥離が発生して液浸領域AR2が良好に形成されず、露光精度の劣化を引き起こす可能性がある。ところが、液浸領域AR2の外側に更に予備液浸領域AR3を設けることで、基板Pが移動すると、液浸領域AR2の液体LQが基板Pの移動方向前方側の予備液浸領域AR3に流れ込む。それと同時に、基板Pの移動方向後方側の予備液浸領域AR3の液体LQが液浸領域AR2に流れ込む。すなわち、予備液浸領域AR3が液浸領域AR2の予備タンクとして機能し、基板Pの移動に伴って、液浸領域AR2から溢れた液体LQを回収し、一方では液浸領域AR2に向けて液体LQを供給する。これにより、液体LQの流出を防止するとともに、液浸領域AR2の液体LQの不足を補い、常に液浸領域AR2を液体LQで満たすことができる。そして、予備液浸領域AR3が形成される領域、すなわち壁部131に囲まれた領域は、全領域が完全に液体LQで満たされないので、液浸領域AR2から予備液浸領域AR3に回収された液体LQが壁部131の外側に漏れだすことなく、壁部131に囲まれた領域内に留まることができる。

また、基板Pの移動方向が反転した場合等には、予備液浸領域AR3に回収された液体LQが液浸領域AR2に戻され、一方、液浸領域AR2の液体LQが予備液浸領域AR3に戻されるように移動する。また、基板Pが非走査方向に往復移動する場合や、走査方向の移動と非走査方向の移動を繰り返すような場合であっても、同様に液体LQは、液浸領域AR2と予備液浸領域AR3との間で行き来して、常に液浸領域AR2を液体LQで満たすことができる。

なおここでは、壁部131の下面131Aと基板Pとの距離は、投影光学系PLの光学素子2の下面2Aと基板Pとの距離Dとほぼ同じであるが、異なってもよい。例えば、壁部131の下面131Aと基板Pとの距離を、光学素子2の下面2Aと基板Pとの距離Dよりも小さくするようにしてもよいし、その逆の関係にしてもよい。なお、壁部131の下面131Aと基板Pとの距離は、でき

るだけ近い（狭い）方が好ましい。距離が近いほど液体LQの表面張力により液体LQを確実に保持でき、外側への液体LQの流出を防止することができる。一方、壁部131の下面131Aと基板Pとの距離が近いほど、基板Pなどと干渉する不都合が発生する可能性が高くなるので、本実施形態のように、壁部131の下面131Aが投影光学系PLの光学素子2の下面2Aとほぼ同じ位置（Z方向）となるように形成することにより、上記不都合の発生を回避できる。

同様に、図5や図6に示したように、流路形成部材70の下面70Aにおいて、投影領域AR1に対して壁部131の外側には第2壁部132及び第3壁部133が形成されており、第2壁部132及び第3壁部133の間に形成された溝部134に、補助液体回収部43A、43Bが設けられている。これら第2、第3壁部132、133によって、基板Pの外側への液体LQの流出を更に確実に防止することができる。

図6に示すように、流路形成部材70の下面70Aには凹部78が形成されており、凹部78内に形成された平坦部78Bは、投影光学系PLの光学素子2の液体接触面2A、及び第1、第2光学部材83、84の下面より高く（基板Pに対して遠く）なっている。つまり、流路形成部材70の凹部78における平坦部78Bと第1、第2光学部材83、84との間に段差部が形成されているとともに、流路形成部材70の凹部78における下面と光学素子2の液体接触面2Aとの間にも段差部が形成されている。すなわち、流路形成部材70の下面70Aのうちで凹部78内の平坦部78Bが、鉛直方向（Z方向）に関して、最も高い位置に形成され、かつその平坦部78Bは、鉛直方向（Z方向）に関して、投影光学系PLの光学素子2の下面2Aよりも高い位置に形成されている。

流路形成部材70の下面70Aに凹部78を設けない構成の場合、すなわち流路形成部材70の下面70Aと光学素子2の下面（液体接触面）2Aと第1、第2光学部材83、84の下面とが面一の場合、フォーカス・レベリング検出系80（図3参照）の検出光Laを所定の入射角 θ で基板Pの所望領域（この場合、

投影領域AR1)に照射しようとする、検出光Laの光路上に例えば流路形成部材70が配置されて検出光Laの照射が妨げられたり、あるいは検出光Laの光路を確保するために入射角 θ や投影光学系PLの光学素子2の下面(液体接触面)2Aと基板P表面との距離(ワーキングディスタンス)Dを変更しなければならないなどの不都合が生じる。しかしながら、流路形成部材70の下面70Aのうち、フォーカス・レベリング検出系80を構成する第1、第2光学部材83、84に連続するように凹部78を設けたことにより、投影光学系PLの光学素子2の下面(液体接触面)2Aと基板P表面との距離Dを所望の値に保ちつつ、フォーカス・レベリング検出系80の検出光Laの光路を確保して基板P上の所望領域に検出光Laを照射することができる。

図9は第1～第4部材71～74によって形成される流路形成部材70のうち、第4部材74を除いた状態を示す斜視図である。図9に示すように、第3部材73のうち投影光学系PLの-X側及び+X側のそれぞれには、供給流路14Aのうち鉛直流路14sを形成する貫通穴であるスリット部が形成されている。また、不図示ではあるが、第2部材72には第3部材73と接続したときに前記スリット部と接続されるスリット部が形成されており、第1部材71にも同様のスリット部が形成されている。そして、第1～第3部材71～73を接続して前記スリット部どうしを接続することにより、鉛直流路14sが形成される。また、第3部材73の上面には、供給管12A、12Bのそれぞれと鉛直流路部14sとを接続する水平流路部14hを形成するテーパ状溝部が形成されている。水平流路部14hを形成するテーパ状溝部は、供給管12A、12Bに対する接続部から鉛直流路部14sに向かって水平方向に漸次拡がるように形成されている。このように、水平流路部14hをテーパ状に形成することで、液体供給部11から供給管12A、12Bを介して供給された液体LQは水平流路部14hにおいてY軸方向に十分に拡がった後、垂直流路部14sを介して基板P上に供給されるため、基板P上の広い領域に同時に液体LQを供給することができる。

図10は第1～第4部材71～74によって形成される流路形成部材70のうち第1、第2部材71及び72を除いた状態を下面70A側から見た斜視図である。図10に示すように、第3部材73のうち投影光学系PLの-X側及び+X側のそれぞれには、回収流路24Aのうち鉛直流路24sを形成する貫通穴であるスリット部が形成されている。また、不図示ではあるが、第2部材72には第3部材73と接続したときに前記スリット部と接続されるスリット部が形成されており、第1部材71にも同様のスリット部が形成されている。そして、第1～第3部材71～73を接続して前記スリット部どうしを接続することにより、鉛直流路24sが形成される。また、第3部材73の下面には、回収管22A、22Bのそれぞれと鉛直流路部24sとを接続する水平流路部24hを形成するテーパ状溝部が形成されている。水平流路部24hを形成するテーパ状溝部は、鉛直流路部24sから回収管22A、22Bに対する接続部に向かって水平方向に漸次窄まるように形成されている。このように、水平流路部24hをテーパ状に形成することで、Y軸方向を長手方向とする液体回収口23A、23Bでの液体回収力分布が均一化され、基板P上の広い領域の液体LQを液体回収口23A、23Bを介して同時に回収することができる。

次に、上述した構成を有する露光装置EXを用いてマスクMのパターン像を基板Pに露光する方法について図11に示す模式図を参照しながら説明する。

マスクMがマスクステージMSTにロードされるとともに、基板Pが基板ステージPSTにロードされた後、基板Pの走査露光処理を行うに際し、制御装置CONTは液体供給機構10を駆動し、基板P上に対する液体供給動作を開始する(図1参照)。液浸領域AR2を形成するために液体供給機構10の液体供給部11から供給された液体LQは、図11(a)に示すように、供給管12A、12Bを流通した後、供給流路14A、14Bを介して液体供給口13A、13Bより基板P上に供給される。

制御装置CONTは、液体供給機構10を使って基板P上に対する液体LQの供給を開始するときに、圧力調整機構90のうち、真空系を有する圧力調整用液体回収部92を駆動する（図1参照）。真空系を有する圧力調整用液体回収部92が駆動されることにより、投影光学系PLの像面側の光学素子2近傍に設けられている圧力調整用回収口98A、98Bを介して、投影光学系PLの像面側近傍の空間の気体が排出され、その空間が負圧化される。このように、制御装置CONTは、圧力調整機構90の圧力調整用液体回収部92を駆動し、液体供給機構10の液体供給口13A、13Bよりも投影光学系PLの投影領域AR1の近くに配置された圧力調整用回収口98A、98Bを介して、投影光学系PLの像面側の気体の排出を行いながら、液浸領域AR2を形成するための液体供給機構10による液体供給を開始する。

投影光学系PLの投影領域AR1の近くに配置された圧力調整用回収口98A、98Bを介して投影光学系PLの像面側の気体の排出を行いながら、液体供給機構10による液体LQの供給を行うことにより、その圧力調整用回収口98A、98B近傍が負圧化されるので、供給された液体LQはその負圧化された負圧化領域（空間）に円滑に配置される。圧力調整用回収口98A、98Bは液体供給口13A、13Bより投影領域AR1の近くに設けられているので、投影領域AR1を液体LQで良好に覆うことができる。

特に、本実施形態においては、投影光学系PLの像面側には流路形成部材70の凹部78が形成されているため、液浸領域AR2を形成するために液体LQを供給した際、供給した液体LQが凹部78に入り込まず、液浸領域AR2の液体LQ中に気泡などの気体部分が生成される可能性が高くなる。気体部分が生成されると、その気体部分によって、基板P上にパターン像を形成するための露光光ELが基板P上に到達しない、あるいは基板P上にパターン像を形成するための露光光ELが基板P上の所望の位置に到達しない、あるいは例えばフォーカス・レベリング検出系80の検出光Laが基板P上や受光部82に到達しない、あるいは検出光Laが基板P上の所望の位置に到達しないなどの現象が生じ、露光精

度及び計測精度の劣化を招く。ところが、投影光学系 P L の像面側の気体を排気しながら液体供給機構 1 0 による液体供給を開始することで、前記凹部 7 8 に液体 L Q を円滑に配置することができる。したがって、投影光学系 P L の像面側に形成される液浸領域 A R 2 に気体部分が生成される不都合を防止することができる、高い露光精度及び計測精度を得ることができる。特に本実施形態では、排気機構の排気口を構成する圧力調整用回収口 9 8 A、9 8 B を凹部 7 8 の内側であって、流路形成部材 7 0 の下面 7 0 A の最も高い位置に設けたので、液体 L Q をより円滑に凹部 7 8 に配置することができる。また、排気機構の排気口を構成する圧力調整用回収口 9 8 A、9 8 B を投影光学系 P L の光学素子 2 の下面 2 A よりも高い位置に設けたので、光学素子 2 の下面 2 A に気体が残ってしまう不都合も防止できる。

そして、基板 P 上に供給された液体 L Q によって、投影光学系 P L と基板 P との間に液浸領域 A R 2 が形成される。ここで、供給管 1 2 A、1 2 B を流通した液体 L Q はスリット状に形成された供給流路 1 4 A、1 4 B 及び液体供給口 1 3 A、1 3 B の幅方向に拡がり、基板 P 上の広い範囲に供給される。液体供給口 1 3 A、1 3 B から基板 P 上に供給された液体 L Q は、投影光学系 P L の先端部（光学素子 2）の下端面と基板 P との間に濡れ拡がるように供給され、投影領域 A R 1 を含む基板 P 上の一部に、基板 P よりも小さく且つ投影領域 A R 1 よりも大きい液浸領域 A R 2 を局所的に形成する。このとき、制御装置 C O N T は、液体供給機構 1 0 のうち投影領域 A R 1 の X 軸方向（走査方向）両側に配置された液体供給口 1 3 A、1 3 B のそれぞれより、投影領域 A R 1 の両側から基板 P 上への液体 L Q の供給を同時に行う。

また、制御装置 C O N T は、液体供給機構 1 0 の駆動と並行して、第 1 液体回収機構 2 0 の第 1 液体回収部 2 1 を駆動し、図 1 1 (b) に示すように基板 P 上の液体 L Q の回収を行う。そして、制御装置 C O N T は、上述したように、液体供給機構 1 0 及び第 1 液体回収機構 2 0 の駆動を制御して、液浸領域 A R 2 とともに予備液浸領域 A R 3 も形成する。

液浸領域 A R 2 が形成された後、制御装置 C O N T は、圧力調整機構 9 0 の圧力調整用液体回収部 9 2 による投影光学系 P L の像面側の気体排出動作を停止する。

制御装置 C O N T は、液体供給機構 1 0 による基板 P 上に対する液体 L Q の供給と並行して、第 1 液体回収機構 2 0 による基板 P 上の液体 L Q の回収を行いつつ、基板 P を支持する基板ステージ P S T を X 軸方向（走査方向）に移動しながら、マスク M のパターン像を投影光学系 P L と基板 P との間の液体 L Q 及び投影光学系 P L を介して基板 P 上に投影露光する。このとき、液体供給機構 1 0 は走査方向に関して投影領域 A R 1 の両側から液体供給口 1 3 A、1 3 B を介して液体 L Q の供給を同時に行っているため、液浸領域 A R 2 は均一且つ良好に形成されている。

本実施形態において、投影領域 A R 1 の走査方向両側から基板 P に対して液体 L Q を供給する際、制御装置 C O N T は、液体供給機構 1 0 の流量制御器 1 6 A、1 6 B を使って単位時間あたりの液体供給量を調整し、基板 P 上の 1 つのショット領域の走査露光中に、走査方向に関して投影領域 A R 1 の一方側から供給する液体量（単位時間あたりの液体供給量）を、他方側から供給する液体量と異ならせる。具体的には、制御装置 C O N T は、走査方向に関して投影領域 A R 1 の手前から供給する単位時間あたりの液体供給量を、その反対側で供給する液体供給量よりも多く設定する。

例えば、基板 P を + X 方向に移動しつつ露光処理する場合、制御装置 C O N T は、投影領域 A R 1 に対して - X 側（すなわち液体供給口 1 3 A）からの液体量を、+ X 側（すなわち液体供給口 1 3 B）からの液体量より多くし、一方、基板 P を - X 方向に移動しつつ露光処理する場合、投影領域 A R 1 に対して + X 側からの液体量を、- X 側からの液体量より多くする。このように、制御装置 C O N

Tは、基板Pの移動方向に応じて、液体供給口13A、13Bからのそれぞれの単位時間あたりの液体供給量を変える。

基板Pを液浸露光中、液浸領域AR2の液体LQの圧力は圧力センサ120により常時モニタされている（図5参照）。圧力センサ120の検出結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONTは、基板Pの液浸露光中に、圧力センサ120の検出結果に基づいて、液体供給機構10から基板P上に供給された液体LQの圧力を圧力調整機構90を使って調整する。

制御装置CONTは、圧力調整機構90の圧力調整用液体供給部91及び圧力調整用液体回収部92を使って基板P上に対する液体LQの追加、又は基板P上の液体LQの一部回収を行うことによって、液体LQが基板Pに及ぼす力を低減するように液体LQの圧力を調整する。

例えば、圧力センサ120の検出結果に基づいて、液浸領域AR2の液体LQの圧力が予め設定されている所定値に対して低いと判断したとき、あるいは液浸領域AR2の圧力が液浸領域AR2の外の圧力（大気圧）より低い（負圧である）と判断したとき、制御装置CONTは、液体LQが基板Pに及ぼす力を低減するように、つまりその液体LQの圧力が所定値になるように、圧力調整用液体供給部91を駆動し、図11（b）に示すように、圧力調整用供給口97A、97Bを介して、液浸領域AR2の液体LQに更に液体LQを追加する。液体LQが追加されることにより、液浸領域AR2の液体LQの圧力が上昇して前記所定値となる。これにより、液体LQが基板Pに及ぼす力が低減される。

逆に、圧力センサ120の検出結果に基づいて、液浸領域AR2の液体LQの圧力が予め設定されている所定値に対して高いと判断したとき、あるいは液浸領域AR2の圧力が液浸領域AR2の外の圧力（大気圧）より高い（陽圧である）と判断したとき、制御装置CONTは、液体LQが基板Pに及ぼす力を低減するように、つまりその液体LQの圧力が所定値になるように、圧力調整用液体回収

部 9 2 を駆動し、図 1 1 (c) に示すように、圧力調整用回収口 9 8 A 、 9 8 B を介して、液浸領域 A R 2 の液体 L Q の一部を回収する。液体 L Q の一部が回収されることにより、液浸領域 A R 2 の液体 L Q の圧力が下降して前記所定値となる。これにより、液体 L Q が基板 P に及ぼす力が低減される。

このように、圧力調整機構 9 0 で液体供給機構 1 0 から供給された液体 L Q の圧力を調整することで、例えば液体 L Q の圧力変動に伴う基板 P や基板ステージ P S T の変形、あるいは投影光学系 P L の光学素子 2 の変位や振動の発生を防止することができる。したがって、高い露光精度及び計測精度を得ることができる。

特に、本実施形態においては、投影光学系 P L の像面側の液浸領域 A R 2 の液体 L Q に接する流路形成部材 7 0 に凹部 7 8 が設けられており、その凹部 7 8 においては液体 L Q の圧力変動が生じやすい。また、基板 P を走査移動することによって液体 L Q が移動するため、圧力変動は顕著となる。そこで、その凹部 7 8 の内側に、液浸領域 A R 2 の液体 L Q の圧力調整をするために液体 L Q を追加する圧力調整用供給口 9 7 A 、 9 7 B を設けるとともに、液体 L Q の一部を回収する圧力調整用回収口 9 8 A 、 9 8 B を設けたので、上記凹部 7 8 で生じる圧力変動を効果的に低減することができ、また圧力調整を良好に行うことができる。

また、基板 P 上の液浸領域 A R 2 の液体 L Q を第 1 液体回収機構 2 0 の液体回収口 2 3 A 、 2 3 B を介して回収しきれなかった場合、その回収しきれなかった液体 L Q は液体回収口 2 3 A 、 2 3 B の外側に流出するが、図 1 1 (d) に示すように、第 2 液体回収機構 4 0 の補助液体回収口 4 3 A 、 4 3 B を介して回収されるので、液体 L Q の流出を防止することができる。また、第 1 液体回収機構 2 0 に何らかの異常が生じて液体回収動作不能となった場合や、液体供給機構 1 0 に何らかの異常が生じて誤作動し、大量に液体 L Q が供給されてしまって第 1 液体回収機構 2 0 だけでは液体 L Q を回収しきれない場合でも、第 2 液体回収機構 4 0 で液体 L Q を回収することができ、液体 L Q の流出を防止することができる。したがって、流出した液体 L Q に起因する機械部品等の錆びや駆動系の漏電の発

生、あるいは流出した液体L Qの気化による基板Pの置かれている環境変動を防止することができ、露光精度及び計測精度の劣化を防止することができる。この場合、第2液体回収機構40にマスフローコントローラ等を設けておき、第2液体回収機構40で液体L Qが回収されたときに、液体供給機構10からの液体供給を止めるようにしてもよい。

また、図1に示したように、第2液体回収機構40は無停電電源100Bを有しており、第1液体回収機構20を含む露光装置EX全体の駆動源である商用電源100Aが停電などの異常を生じてても、第2液体回収機構40に対する電力の供給は無停電電源100Bに切り替わるので、第2液体回収機構40で液体L Qを良好に回収することができる。したがって、液体L Qの流出を防止することができ、また、基板P上に残留した液体L Qを放置せずに第2液体回収機構40で回収できるので、基板Pを支持する基板ステージPST周辺の機械部品の錆びや故障、あるいは基板Pの置かれている環境変動等といった不都合の発生を防止することができる。

例えば商用電源100Aが停電したとき、無停電電源100Bは、第2液体回収機構240を構成する例えば真空系の電力駆動部、気液分離器の電力駆動部等に対してそれぞれ電力を供給する。具体的には、商用電源100Aが停電したとき、無停電電源100Bは、第2液体回収機構40に対する電力供給を、例えば内蔵バッテリーに切り替えて無瞬断給電する。その後、無停電電源100Bは、長時間の停電に備えて、内蔵発電機を起動し、第2液体回収機構40に対する電力供給をバッテリーから発電機に切り替える。こうすることにより、商用電源100Aが停電しても、第2液体回収機構40に対する電力供給が継続され、第2液体回収機構40による液体回収動作を維持することができる。なお、無停電電源100Bとしては上述した形態に限られず、公知の無停電電源を採用することができる。また、本実施形態では、商用電源100Aが停電したときのバックアップ電源として無停電電源装置を例にして説明したが、もちろん、バックアップ電源

としてバックアップ用バッテリーを用い、商用電源１００Ａの停電時に、そのバッテリーに切り替えるようにしてもよい。

また、商用電源１００Ａが停電したとき、無停電電源１００Ｂは、第３液体回収機構６０に対しても電力の供給を行うようにしてもよい。こうすることにより、例えば液体ＬＱの液浸領域ＡＲ２の一部がプレート部材５６上に配置されている状態のときに商用電源１００Ａが停電して、基板Ｐの外側に液体ＬＱが流出しても、第３液体回収機構６０はその流出した液体ＬＱを回収することができる。なお、商用電源１００Ａが停電したとき、無停電電源１００Ｂは、基板Ｐを保持する基板ステージＰＳＴの吸着機構に電力を供給するようにしてもよい。こうすることにより、商用電源１００Ａが停電した場合であっても基板ステージＰＳＴ（Ｚチルトステージ５２）による基板Ｐの吸着保持を維持することができるので、停電によってＺチルトステージ５２に対する基板Ｐの位置ずれが生じない。したがって、停電復帰後において露光動作を再開する場合の露光処理再開動作を円滑に行うことができる。

また、商用電源１００Ａの停電時に、無停電電源１００Ｂは、露光装置ＥＸを構成する各機構（装置）のうち、第２液体回収機構４０以外の機構に電力（駆動力）を供給するようにしてもよい。例えば商用電源１００Ａの停電時に、第２液体回収機構４０に加えて、第１液体回収機構１０に対しても電力を供給することで、液体ＬＱの流出を更に確実に防止することができる。

なお、液体供給機構１０の供給管１２にノーマルクローズ方式のバルブを設けておき、商用電源１００Ａが停電したとき、そのノーマルクローズ方式のバルブが供給管１２の流路を機械的に遮断するようにしてもよい。こうすることにより、商用電源１００Ａの停電後において、液体供給機構１０から基板Ｐ上に液体ＬＱが漏出する不都合がなくなる。

ところで、基板 P 表面（液体接触面）の材料特性に応じて、液体 L Q が基板 P に及ぼす力が変化する。具体的には基板 P 表面と液体 L Q との親和性、更に具体的には基板 P の液体 L Q に対する接触角に応じて、液体 L Q が基板 P に及ぼす力が変化する。基板 P 表面の材料特性は、その基板 P 表面に塗布される感光材や、その感光材上に塗布される例えば感光材を保護する保護膜などの所定の膜に応じて変化する。圧力調整機構 90 は、基板 P 表面と液体 L Q との親和性を考慮して液体 L Q の圧力調整を行うことができる。例えば基板 P 表面が親液性の場合には、その液体 L Q は基板 P 上において濡れ拡がろうとするため、基板 P 上での液体 L Q の圧力は低下する（負圧化する）。したがって、基板 P 表面が親液性の場合には、圧力調整機構 90 は圧力調整用供給口 97 A、97 B を介して液体 P Q の追加を行い、基板 P 上の液浸領域 A R 2 の液体 L Q の圧力を上昇させて、液体 L Q が基板 P に及ぼす力を低減させる。一方、基板 P 表面が撥液性の場合には、基板 P 上での液体 L Q の圧力は上昇する（陽圧化する）。したがって、基板 P 表面が撥液性の場合には、圧力調整機構 90 は圧力調整用回収口 98 A、98 B を介して液体 P Q の一部回収を行い、基板 P 上の液浸領域 A R 2 の液体 L Q の圧力を下降させて、液体 L Q が基板 P に及ぼす力を低減させる。

そして、液体 L Q の基板 P 上での圧力は、基板 P の液体 L Q に対する親和性（接触角）に応じた値となるため、基板 P の液体 L Q に対する親和性（接触角）を予め求めておき、その求めた結果に基づいて基板 P 上での液体 L Q の圧力を予め実験又はシミュレーションによって求めておき、その求めた圧力に関する情報を制御装置 C O N T（あるいはこれに接続する記憶装置）に記憶しておくことにより、上記圧力センサ 120 を用いなくても、制御装置 C O N T は、前記圧力に関する情報に基づいて、液体 L Q の圧力を調整するための調整量（圧力調整用供給口 97 から供給する単位時間あたりの液体供給量又は圧力調整用回収口 98 を介して回収する単位時間あたりの液体回収量）を求め、その求めた調整量に基づいて、液体 L Q の追加又は一部回収を行うことができる。

なおここでは、基板Pの表面（液体接触面）の液体LQに対する親和性（接触角）を考慮して液体LQの圧力調整が行われるように説明したが、基板P上の液浸領域AR2の液体LQの圧力調整を、流路形成部材70の下面（液体接触面）70Aや投影光学系PLの光学素子2の下面（液体接触面）2Aの液体LQに対する親和性（接触角）を考慮して行うようにしてもよい。なお、光学素子2や流路形成部材70の液体LQに対する親和性は大きく変化せず、一方、基板Pの液体LQに対する親和性は使用する感光材などに応じて例えばロット毎に変化するため、実際には、光学素子2や流路形成部材70の液体LQに対する親和性は考慮しなくても、基板P表面の液体LQに対する親和性を考慮することで、液体LQの圧力調整を良好に行うことができる。

なお、上述した実施形態においては、液体LQの液浸領域AR2を基板P上に形成する場合について説明したが、図2を参照して説明したような、基準部材300の上面301に液体LQの液浸領域AR2を形成する場合もある。そして、その上面301上の液浸領域AR2の液体LQを介して各種計測処理を行う場合がある。その場合、圧力調整機構90は、基準部材300上に形成された液浸領域AR2の液体LQが基準部材300に及ぼす力を低減するように液体LQの圧力調整を行うことができる。このとき、圧力調整機構90は、基準部材300の上面301と液体LQとの親和性を考慮して、液体LQの圧力調整を行うことができる。同様に、圧力調整機構90は、照度ムラセンサ400の上板402の上面401や、空間像計測センサ500の上板502の上面501等に液体LQの液浸領域AR2が形成されたときにも、液体LQが上板402や上板502に及ぼす力を低減するように、液体LQの圧力調整を行うことができる。更には、Zチルトステージ52（基板ステージPST）上面に液浸領域AR2を形成する構成も考えられ、その場合、圧力調整機構90は、液体LQが基板ステージPSTに及ぼす力を低減するように圧力調整を行うことができる。

なお、上述した実施形態においては、圧力調整機構 9 0 は、基板 P 上に形成された液浸領域 A R 2 の液体 L Q の圧力調整動作を基板 P の液浸露光中に行っているが、基板 P を液浸露光する前や後に行ってもよい。

なお、上述した実施形態においては、圧力調整用供給口 9 7 と圧力調整用回収口 9 8 とは互いに独立した口であるが、液体供給部 9 1 及び液体回収部 9 2 が 1 つの口を兼用し、その 1 つの口を介して液体供給及び回収を行ってもよい。

上述した実施形態において、複数（2 つ）並べて設けられた圧力調整用供給口 9 7 A、9 7 B のそれぞれからの単位時間あたりの液体供給量を、液体 L Q が基板 P に及ぼす力を低減するように、例えば基板 P の移動方向や走査速度に応じて互いに異なる値にしてもよい。同様に、複数並んだ圧力調整用回収口 9 8 A、9 8 B のそれぞれを介した単位時間あたりの液体回収量を互いに異なる値にしてもよい。

なお、上述した実施形態においては、圧力調整用供給口 9 7 及び圧力調整用供給口 9 8 は、非走査方向（Y 軸方向）に 2 つずつ並べて設けられているが、走査方向（X 軸方向）に関して複数並べて設けてもよい。X 軸方向に関して複数並べて設ける場合、投影領域 A R 1 を挟んでその両側にそれぞれ設けることができる。この場合においても、液体 L Q 圧力調整を行うときに、X 軸方向に複数並んだ圧力調整用供給口 9 7 のそれぞれからの液体供給量を、液体 L Q が基板 P に及ぼす力を低減するように、例えば基板 P の走査方向や走査速度に応じて互いに異なる値にしてもよい。同様に、X 軸方向に複数並んだ圧力調整用回収口 9 8 それぞれからの液体回収量を互いに異なる値にしてもよい。

また、上述した実施形態においては、圧力調整用供給口 9 7 及び圧力調整用回収口 9 8 はそれぞれ 2 つずつ設けられているが、1 つずつでもよいし、2 つ以上の任意の複数箇所に設けられてもよい。また、圧力調整用供給口 9 7 及び圧力調

整用回収口 98 の形状は円形状に限られず、例えば矩形状や多角形状、円弧状、所定方向を長手方向とするスリット状であってもよい。

また、上述した実施形態においては、圧力センサ 120 は 1 つ設けられている構成であるが、液浸領域 AR2 の液体 LQ に接する位置において任意の複数箇所のそれぞれに設けてもよい。その場合、複数の圧力センサ 120 それぞれの出力に基づいて、複数の圧力調整用供給口 97 (97A、97B) それぞれからの液体供給量を互いに異なる値にしてもよい。同様に、複数の圧力センサ 120 それぞれの出力に基づいて、複数の圧力調整用回収口 98 (98A、98B) それぞれを介した液体回収量を互いに異なる値にしてもよい。

また、上述した実施形態においては、液体 LQ の供給又は回収を行って、液体 LQ の圧力調整を行っているが、液体 LQ の接触角を調整するようにしてもよい。

なお、上述した実施形態において、液体供給口 13、液体回収口 23、及び補助液体回収口 43 や、それらに接続される供給流路 14、回収流路 24、及び回収流路 44 などに、スポンジ状部材や多孔質セラミックスなどからなる多孔質体を配置してもよい。

なお、上述した実施形態においては、基板 P の露光中に、液体供給口 13A、13B の両方から液体 LQ を供給するようにしているが、どちらか一方から供給するようにしてもよい。また、液体供給機構 10 (液体供給口 13A、13B) を省略して、圧力調整用供給口 97 からの液体 LQ の供給のみで液浸領域 AR2 を形成するようにしてもよい。

以下、本発明の別の実施形態について説明する。以下の説明において、上述した実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略もしくは省略する。

図12は流路形成部材70及びその流路形成部材70に取り付けられたフォーカス・レベリング検出系80の光学系を構成する第1、第2光学部材の別の実施形態を示す図である。図12において、第1、第2光学部材83A、84Aのそれぞれはプリズムによって構成されており、プリズムからなる第1、第2光学部材83A、84Aによって、フォーカス・レベリング検出系80（図3参照）の検出光Laの進行方向の向きが変えられるようになっている。本実施形態においては、第1、第2光学部材83A、84Aのそれぞれは平行シフトプリズム、具体的には菱形プリズムによって構成されており、入射した検出光Laを平行移動する。

第1、第2光学部材83A、84Aのそれぞれは、流路形成部材70の内側面70Tに取り付けられている。そして、第1、第2光学部材83A、84Aのうち、少なくとも検出光Laの通過する上端領域KA1及び下端領域KA2は流路形成部材70から露出している。第1、第2光学部材83A、84Aの上端領域KA1は流路形成部材70の上面より突出（露出）しており、下端領域KA2は投影光学系PLと基板Pとの間の空間に対して露出している。なお図12に示す例では、第1光学部材83Aは投影光学系PL（光学素子2）の-X側に設けられ、第2光学部材84Aは+X側に設けられている。第1、第2光学部材83A、84Aを投影光学系PLの-X側及び+X側のそれぞれに設けることにより、圧力調整用供給口97に接続する供給流路94や供給管93、及び圧力調整用回収口98に接続する回収流路96や回収管95（図6参照）と、第1、第2光学部材83A、84Aとの干渉が防止されている。

フォーカス・レベリング検出系80の投光部81から射出された検出光LaはXZ平面にほぼ平行な面に沿って進行し、第1光学部材83Aの上端領域KA1より入射した後、第1光学部材83Aを通過することによって-Z方向にシフトされ、下端領域KA2より射出される。そして、第1光学部材83Aを通過した検出光Laは基板Pに照射されて反射した後、第2光学部材84Aに対して下端領域KA2より入射する。第2光学部材84Aに下端領域KA2より入射した検

出光 L_a は +Z 方向にシフトした後、上端領域 $K A 1$ より射出され、受光部 $8 2$ に受光される。

このように、流路形成部材 $7 0$ にフォーカス・レベリング検出系 $8 0$ の光学系を構成する第 1、第 2 光学部材 $8 3 A$ 、 $8 4 A$ をプリズムによって構成することで、検出光 L_a の基板 P に対する入射角 θ を大きくすることができ、流路形成部材 $7 0$ を含む装置構成の設計の自由度を向上することができる。また、流路形成部材 $7 0$ の大きさを小さくすることもできる。

図 1 3 は圧力調整機構 $9 0$ の別の実施形態を示す模式図である。図 1 3 において、圧力調整機構 $9 0$ は、液体 $L Q$ を送出可能な液体供給部 $9 1$ を備えている。図 1 3 における液体供給部 $9 1$ は液体回収部 ($9 2$) の機能を兼ね備えているものとする。流路形成部材 $7 0$ の内側面 $7 0 T$ には供給口 $9 7 C$ 、 $9 7 D$ が形成されている。また、流路形成部材 $7 0$ の内部には、その一端部を供給管 $9 3 A$ 、 $9 3 B$ を介して液体供給部 $9 1$ に接続し、他端部を供給口 $9 7 C$ 、 $9 7 D$ に接続した供給流路 $9 4 A$ 、 $9 4 B$ が形成されている。また、流路形成部材 $7 0$ の下面 $7 0 A$ には、上述した実施形態同様、液体供給口 $1 3 A$ 、 $1 3 B$ 、液体回収口 $2 3 A$ 、 $2 3 B$ 、及び補助液体回収口 $4 3 A$ 、 $4 3 B$ が形成されている。

そして、液体供給部 $9 1$ から送出される液体 $L Q$ は、供給管 $9 3 A$ 、 $9 3 B$ 、及び供給流路 $9 4 A$ 、 $9 4 B$ を介して、供給口 $9 7 C$ 、 $9 7 D$ より、流路形成部材 $7 0$ の内側面 $7 0 T$ と投影光学系 $P L$ の光学素子 2 の側面 $2 T$ との間の間隙部 G に供給されるようになっている。また、上述したように本実施形態における液体供給部 $9 1$ は液体回収部の機能を有しており、液体回収部が駆動されることにより、間隙部 G の液体 $L Q$ 又は気体は、供給口 (回収口) $9 7 C$ 、 $9 7 D$ 、供給流路 (回収流路) $9 4 A$ 、 $9 4 B$ 、及び供給管 (回収管) $9 3 A$ 、 $9 3 B$ を介して液体供給部 (液体回収部) $9 1$ に吸引回収されるようになっている。

基板P上に液体LQの液浸領域AR2を形成したとき、例えば毛細管現象などによって基板P上の液体LQが間隙部Gに流入し、滞留する可能性がある。間隙部Gに液体LQが長時間滞留すると、その液体LQは汚染される可能性が高くなり、その汚染された間隙部Gの液体LQが例えば基板Pの液浸露光中に投影光学系PLと基板Pとの間に流入すると、露光精度の劣化をもたらす可能性がある。そこで、制御装置CONTは圧力調整機構90を適宜駆動することで、流路形成部材70の内側面70Tと光学素子2の側面2Tとの間に滞留する液体LQを除去することができる。すなわち、本実施形態における圧力調整機構90は、流路形成部材70の内側面70Tと光学素子2の側面2との間の液体LQを除去する液体除去機構としての機能を有している。

図14は、図13に示した圧力調整機構（液体除去機構）90の動作の一例を示す図である。図14（a）に示すように、投影光学系PLと液浸領域AR2の液体LQとを介して基板Pに露光光ELを照射中に、圧力調整機構90を駆動して、流路形成部材70の内側面70Tと光学素子2の側面2Tとの間の間隙部Gに滞留する液体LQを除去することができる。図14（a）に示す例では、液体供給部91より送出された液体LQが供給口97C、97Dより間隙部Gに供給されている。供給口97C、97Dより供給された液体LQにより、間隙部Gに配置されていた（滞留していた）液体LQは下方に排出されて基板P上に流出し、基板P上の液体LQとともに第1液体回収機構20の液体回収口23A、23Bより回収される。図14（a）に示す例では、基板Pの露光中においても供給口97C、97Dより液体LQが常時間隙部Gに供給されるので、間隙部Gに配置された液体LQは汚染される前に基板P上に流出するため、露光精度に影響を与えない。なお図14（a）に示す例では基板Pに露光光ELを照射しながら間隙部Gに液体LQを供給しているが、もちろん基板Pに対して露光光ELを照射する前や後に、間隙部Gに液体LQを供給してもよい。

図14（b）に示すように、供給口97C、97Dを介して間隙部Gに液体LQを供給することにより間隙部Gより排出した液体LQを、第3液体回収機構6

0を使って回収するようにしてもよい。こうすることにより、間隙部Gにおいて汚染された液体LQを基板Pなどに付着させることなく、間隙部Gより排出して回収することができる。

図14(c)に示すように、間隙部Gの液体LQを回収口97C、97Dを介して吸引回収するようにしてもよい。こうすることによっても、間隙部Gの液体LQを除去することができる。

上述した間隙部Gの液体LQの除去処理は、基板ステージPSTに対する基板Pの交換時（ロード・アンロード時）や基板Pのロット毎など、所定のタイミングで定期的に行うことができる。また、図14(a)を参照して説明したように、基板Pの露光中に液体除去動作を行ってもよいし、露光中以外のタイミングで行ってもよい。

また、図14(d)に示すように、基板Pを露光処理していないときにおいて、液体供給部91を駆動して液体LQを常に間隙部Gに供給するようにしてもよい。この場合、液体供給量を調整することにより、供給口97C、97Dより供給された液体LQは投影光学系PL（光学素子2）の側面2Tを伝わって、下面（液体接触面）2Aに濡れ拡がる。光学素子2から滴り落ちた液体LQは、第3液体回収機構60で回収することができる。供給口97C、97Dより供給した液体LQで光学素子2の下面2Aを含む表面を常に濡らしておくことにより、光学素子2（投影光学系PL）の乾燥を防止し、液体LQの付着跡（所謂ウォーターマーク）が生成される不都合を防止することができる。

ところで、上述した各実施形態においては、液体供給機構10及び液体回収機構20（40、60）を使って液体LQの供給及び回収を行い、基板P上を含む基板ステージPST上に局所的に液浸領域AR2を形成している状態で、その基板ステージPSTを移動しつつ露光処理や計測処理を行っているが、基板ステージPSTの移動条件によっては、基板Pの外側に液体LQが流出したり、液浸領

域A R 2に気体部分が生成されるなど、投影光学系P Lの像面側に液体L Qを良好に保持することができず、液浸領域A R 2が良好に形成されない状況が発生する可能性がある。

そこで、液体供給機構1 0と液体回収機構2 0とによって基板ステージP S T上に保持された基板P上を含む基板ステージP S T上に局所的に液浸領域A R 2を形成している状態で、基板ステージP S Tを第1位置から第2位置へほぼ直線的に移動させるときに、第1位置と第2位置との間隔に応じて基板ステージP S Tの移動速度を異ならせるとよい。

なおここで、「基板ステージP S T上の液浸領域A R 2」は「基板ステージP S T上に保持された基板P上の液浸領域A R 2」も含む。

本実施形態においては、基板Pをステップ・アンド・スキャン方式で移動しながら各ショット領域に対する走査露光処理を順次行う構成であるが、例えば露光装置E Xのリセット動作やキャリブレーション動作など（以下、「キャリブレーション動作」と総称する）において、制御装置C O N Tは、キャリブレーション動作の開始を指令したときの基板ステージP S Tの位置（第1位置）から、キャリブレーション動作を行うための位置（第2位置）まで基板ステージP S Tを長距離移動する。その距離（第1位置と第2位置との間隔）は、上記ステップ移動やスキャン移動の距離に比べて大きく、投影光学系P Lの像面側に液体L Qを保持しておくことが困難である。

そこで、制御装置C O N Tは、第1位置と第2位置との間隔が、予め設定されている所定量以上の場合には、第1位置と第2位置との間隔が所定量よりも短い場合に比べて、基板ステージP S Tの移動速度を小さくする。例えば、上述したようなキャリブレーション動作のために長距離移動するときの基板ステージP S Tの移動距離が、露光処理時におけるステップ・アンド・スキャン時の基板ステージP S Tの移動距離に比べて長い（例えば2倍以上）場合には、前記長距離移

動するときの移動速度を、露光処理時におけるステップ・アンド・スキャン時の基板ステージP S Tの移動速度に比べて遅くする。こうすることにより、投影光学系P Lの像面側に液体L Qの液浸領域A R 2を良好に形成することができる。

以上説明したように、第1位置と第2位置との間隔が長く、基板ステージP S Tが長距離を移動するような場合、投影光学系P Lの像面側に液体L Qを良好に保持しておくことが困難になる可能性があるが、そのような場合には基板ステージP S Tの移動速度を遅くすることで、投影光学系P Lの像面側に液体L Qを良好に保持することができる。したがって、液体L Qの流出や気体部分の生成などを防止し、液体L Qの流出や気体部分の生成などに起因する露光精度及び計測精度の劣化を防止することができる。一方、第1位置と第2位置との間隔が短く、基板ステージP S Tが長距離を移動しない場合、基板ステージP S Tの移動速度を速くすることで、スループットを向上することができる。

なお上記所定量、及びその所定量以上の距離を移動するときの基板ステージP S Tの移動速度は、例えば基板P、光学素子2、流路形成部材70などの液体L Qに対する親和性（液体L Qの接触角）を考慮して、実験やシミュレーションを行うことで予め求めておくことができる。

なおこの場合において、基板ステージP S Tの移動速度を遅くするよりも、スループットの向上を優先する場合には、第1位置から第2位置へ直線的な移動を行わずに、且つ移動速度を小さくすることなしに、前記所定量よりも短い直線距離で基板ステージP S Tの移動方向を変更しながら、第2位置へ到達するようにしてもよい。

また、液体供給機構10と液体回収機構20とによって基板ステージP S T上に局所的に液浸領域A R 2を形成している状態で、基板ステージP S Tを第1位置から第2位置へほぼ直線的に移動させるときに、投影光学系P Lの像面側に液

体LQを良好に保持するために、第1位置から第2位置への基板ステージPSTの移動方向に応じて基板ステージPSTの移動速度を異ならせることもできる。

例えば図15の模式図に示すように、液浸領域AR2を形成するための液体供給機構10の液体供給口13A、13B、及び液体回収機構20の液体回収口23A、23Bに対して基板ステージPSTを移動する際、基板ステージPSTをX軸方向に移動するときとY軸方向に移動するときとで、基板ステージPSTの移動速度を異ならせる。

本実施形態における液体回収機構20の液体回収口23は、図4などを参照して説明したように、流路形成部材70の下面70Aのうち、投影領域AR1に対して+Y側及び-Y側の領域には設けられていない。すなわち、投影領域AR1（液浸領域AR2）に対してY軸方向側には液体回収口23が配置されておらず、そのY軸方向側においては、液体回収機構20による液体回収力が弱くなっている。すなわち、Y軸方向に沿う方向が、液体回収機構20による液体回収力が弱い方向である。

そこで、制御装置CONTは、基板ステージPSTを液体回収機構20による液体回収力が弱い方向、すなわちY軸方向に移動させる場合には、その基板ステージPSTをY軸方向とは異なる方向（例えばX軸方向に沿う方向）に移動させる場合に比べて、基板ステージPSTの移動速度を小さくする。

例えば、露光処理時において基板ステージPSTをX軸方向にスキャン移動させるときの基板ステージPSTの移動速度（例えば400mm/秒程度）に対して、Y軸方向にステップ移動するときや、上述したようなキャリブレーション動作をするためにY軸方向やX軸方向に関して斜め方向に移動するときの基板ステージPSTの移動速度を例えば200mm/秒程度に遅くする。こうすることにより、投影光学系PLの像面側に液体LQを保持しておくことができ、液体LQの流出や液浸領域AR2での気体部分の生成を防止することができる。

なおこの場合も、基板ステージP S Tの移動速度を遅くするよりも、スループットの向上を優先する場合には、第1位置から第2位置へ直線的な移動を行わずに、且つ移動速度を小さくすることなしに、前記所定量よりも短い直線距離で基板ステージP S Tの移動方向を変更しながら、第2位置へ到達するようにしてもよい。また、回収力の弱い方向、及びその方向へ移動するときの基板ステージP S Tの移動速度は、例えば基板P、光学素子2、流路形成部材70などの液体L Qに対する親和性（液体L Qの接触角）を考慮して、実験やシミュレーションを行うことで予め求めておくことができる。

以上説明したように、液体L Qの供給口13及び回収口23の配置や大きさによっては、基板ステージP S Tの移動方向によって投影光学系P Lの像面側に液体L Qを良好に保持できずにその液体L Qが流出したり、あるいは液浸領域A R 2の液体L Qが枯渇したり剥離するなど、投影光学系P Lの像面側の液浸領域に気体部分が生成される不都合が生じる可能性があるが、基板ステージP S Tの移動方向に応じて基板ステージP S Tの移動速度を異ならせることで、液体L Qの流出や気体部分の生成などの不都合の発生を防止することができ、液体L Qの流出に起因する露光精度及び計測精度の劣化を防止することができる。そして、基板ステージP S Tを液体回収力が弱い方向に移動させる場合には、基板ステージP S Tの移動速度を遅くすることで、投影光学系P Lの像面側に液浸領域A R 2を良好に形成することができる。一方、例えば液体回収力や液体供給力が強い方向に基板ステージP S Tを移動する場合には、基板ステージP S Tの移動速度を速くすることで、スループットを向上することができる。

なお、本実施形態においては、液浸領域A R 2のY軸方向側に液体回収口23が配置されておらず、そのY軸方向において液体回収機構20による液体回収力が弱くなるように説明したが、液体回収口23が配置されていない場合だけでなく、例えば図16に示すように、液浸領域A R 2のY軸方向側に液体回収口23（23D）が配置されていても、そのY軸方向側に配置された液体回収口23D

は複数に分割された（まばらな）ものである場合、そのY軸方向での液体回収力は弱い。このような構成を有する液体回収口23においても、基板ステージPSTをY軸方向へ移動させる場合には、基板ステージPSTをY軸方向とは異なる方向に移動させる場合に比べて、基板ステージPSTの移動速度を小さくすることが好ましい。

あるいは、複数に分割された液体回収口23が投影領域AR1（液浸領域AR2）を囲むように配置されている場合において、前記複数の液体回収口23のうち、例えば液浸領域AR2に対してY軸方向側の位置に設けられた液体回収口23による液体回収力が弱い場合には、基板ステージPSTをY軸方向へ移動させるとき、Y軸方向とは異なる方向に移動させる場合に比べて、基板ステージPSTの移動速度を小さくすることが好ましい。

また、基板Pの周囲に形成されている基板ステージPST上の平坦面57が液浸領域AR2を形成する十分な広さを有している場合には、基板ステージPSTの移動速度を落として第1位置から第2位置へ移動するのではなく、基板ステージPSTを第1位置からその第1位置近傍で液浸領域AR2が平坦面57上に形成される第1中継位置へ移動し、さらに液浸領域AR2を平坦面57上に形成したまま、第1中継位置から基板ステージPSTを第2位置近傍で液浸領域AR2が平坦面57上に形成される第2中継位置へ移動し、その第2中継位置から基板ステージPSTを第2位置へ移動するようにしてもよい。この場合、基板ステージPST上の平坦面57表面は液体LQに対して撥液性なので、投影光学系PLの像面側に液浸領域AR2を保持した状態で、基板ステージPSTを高速に移動することができ、基板ステージPSTの移動速度を落として直線的に移動するよりも、第1位置から第2位置へより短時間に基板ステージPSTを移動できる場合もある。

なお以上において、キャリブレーション動作において、基板ステージPSTを第1位置から第2位置へ移動するときに、その移動方向や移動距離を考慮して、

基板ステージ P S T の速度や移動経路を調整する場合を一例として説明をしたが、キャリブレーション動作に限らず、基板 P 上のあるショット領域の露光完了後に次のショット領域の露光を開始するためのステップ移動など、露光装置 E X で実行される各種の動作において基板ステージ P S T の速度や移動経路を調整することができる。

また、基板ステージ P S T に限らず、投影光学系 P L に対向する物体上に液浸領域 A R 2 を形成した状態で、その物体を移動する場合には、その物体の移動速度や移動経路を調整してもよい。

上述したように、本実施形態における液体 L Q は純水を用いた。純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できるとともに、基板 P 上のフォトレジストや光学素子（レンズ）等に対する悪影響がない利点がある。また、純水は環境に対する悪影響がないとともに、不純物の含有量が極めて低いため、基板 P の表面、及び投影光学系 P L の先端面に設けられている光学素子の表面を洗浄する作用も期待できる。なお工場等から供給される純水の純度が低い場合には、露光装置が超純水製造器を持つようにしてもよい。

そして、波長が 193 nm 程度の露光光 E L に対する純水（水）の屈折率 n はほぼ 1.44 程度と言われており、露光光 E L の光源として ArF エキシマレーザ光（波長 193 nm）を用いた場合、基板 P 上では $1/n$ 、すなわち約 134 nm 程度に短波長化されて高い解像度が得られる。更に、焦点深度は空気中に比べて約 n 倍、すなわち約 1.44 倍程度に拡大されるため、空気中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できればよい場合には、投影光学系 P L の開口数をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

なお、上述したように液浸法を用いた場合には、投影光学系の開口数 N A が 0.9 ~ 1.3 になることもある。このように投影光学系の開口数 N A が大きくなる場合には、従来から露光光として用いられているランダム偏光光では偏光効果に

よって結像性能が悪化することもあるので、偏光照明を用いるのが望ましい。その場合、マスク（レチクル）のライン・アンド・スペースパターンのラインパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明を行い、マスク（レチクル）のパターンからは、S偏光成分（TE偏光成分）、すなわちラインパターンの長手方向に沿った偏光方向成分の回折光が多く射出されるようにするとよい。投影光学系PLと基板P表面に塗布されたレジストとの間が液体で満たされている場合、投影光学系PLと基板P表面に塗布されたレジストとの間が空気（気体）で満たされている場合に比べて、コントラストの向上に寄与するS偏光成分（TE偏光成分）の回折光のレジスト表面での透過率が高くなるため、投影光学系の開口数NAが1.0を越えるような場合でも高い結像性能を得ることができる。また、位相シフトマスクや特開平6-188169号公報に開示されているようなラインパターンの長手方向に合わせた斜入射照明法（特にダイボール照明法）等を適宜組み合わせると更に効果的である。

また、例えばArFエキシマレーザを露光光とし、1/4程度の縮小倍率の投影光学系PLを使って、微細なライン・アンド・スペースパターン（例えば25～50nm程度のライン・アンド・スペース）を基板P上に露光するような場合、マスクMの構造（例えばパターンの微細度やクロムの厚み）によっては、Waveguide効果によりマスクMが偏光板として作用し、コントラストを低下させるP偏光成分（TM偏光成分）の回折光よりS偏光成分（TE偏光成分）の回折光が多くマスクMから射出されるようになるので、上述の直線偏光照明を用いることが望ましいが、ランダム偏光光でマスクMを照明しても、投影光学系PLの開口数NAが0.9～1.3のように大きい場合でも高い解像性能を得ることができる。また、マスクM上の極微細なライン・アンド・スペースパターンを基板P上に露光するような場合、Wire Grid効果によりP偏光成分（TM偏光成分）がS偏光成分（TE偏光成分）よりも大きくなる可能性もあるが、例えばArFエキシマレーザを露光光とし、1/4程度の縮小倍率の投影光学系PLを使って、25nmより大きいライン・アンド・スペースパターンを基板P上に露光するような場合には、S偏光成分（TE偏光成分）の回折光がP偏光成

分（TM偏光成分）の回折光よりも多くマスクMから射出されるので、投影光学系PLの開口数NAが0.9～1.3のように大きい場合でも高い解像性能を得ることができる。

更に、マスク（レチクル）のラインパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明（S偏光照明）だけでなく、特開平6-53120号公報に開示されているように、光軸を中心とした円の接線（周）方向に直線偏光する偏光照明法と斜入射照明法との組み合わせも効果的である。特に、マスク（レチクル）のパターンが所定の一方方向に延びるラインパターンだけでなく、複数の異なる方向に延びるラインパターンが混在する場合には、同じく特開平6-53120号公報に開示されているように、光軸を中心とした円の接線方向に直線偏光する偏光照明法と輪帯照明法とを併用することによって、投影光学系の開口数NAが大きい場合でも高い結像性能を得ることができる。

本実施形態では、投影光学系PLの先端に光学素子2が取り付けられており、このレンズにより投影光学系PLの光学特性、例えば収差（球面収差、コマ収差等）の調整を行うことができる。なお、投影光学系PLの先端に取り付ける光学素子としては、投影光学系PLの光学特性の調整に用いる光学プレートであってもよい。あるいは露光光ELを透過可能な平行平板であってもよい。液体LQと接触する光学素子を、レンズより安価な平行平板とすることにより、露光装置EXの運搬、組立、調整時等において投影光学系PLの透過率、基板P上での露光光ELの照度、及び照度分布の均一性を低下させる物質（例えばシリコン系有機物等）がその平行平板に付着しても、液体LQを供給する直前にその平行平板を交換するだけでよく、液体LQと接触する光学素子をレンズとする場合に比べてその交換コストが低くなるという利点がある。即ち、露光光ELの照射によりレジストから発生する飛散粒子、または液体LQ中の不純物の付着などに起因して液体LQに接触する光学素子の表面が汚れるため、その光学素子を定期的に交換する必要があるが、この光学素子を安価な平行平板とすることにより、レンズに比べて交換部品のコストが低く、且つ交換に要する時間を短くすること

ができ、メンテナンスコスト（ランニングコスト）の上昇やスループットの低下を抑えることができる。

なお、液体L Qの流れによって生じる投影光学系P Lの先端の光学素子と基板Pとの間の圧力が大きい場合には、その光学素子を交換可能とするのではなく、その圧力によって光学素子が動かないように堅固に固定してもよい。

なお、本実施形態では、投影光学系P Lと基板P表面との間は液体L Qで満たされている構成であるが、例えば基板Pの表面に平行平板からなるカバーガラスを取り付けた状態で液体L Qを満たす構成であってもよい。

また、上述の液浸法を適用した露光装置は、投影光学系P Lの終端光学素子2の射出側の光路空間を液体（純水）で満たして基板Pを露光する構成になっているが、国際公開第2004/019128号に開示されているように、投影光学系P Lの終端光学素子2の入射側の光路空間も液体（純水）で満たすようにしてもよい。この場合、上述の実施形態と同様にして、投影光学系P Lの終端光学素子2の入射側の光路空間の液体の圧力を調整するようにしてもよい。また、投影光学系P Lの終端光学素子2の入射側の光路空間の気体を排気しながら液体の供給を開始することによって、その光路空間を速やかに、且つ良好に液体で満たすことができる。

なお、本実施形態の液体L Qは水であるが、水以外の液体であってもよい。例えば、露光光E Lの光源がF₂レーザである場合、このF₂レーザ光は水を透過しないので、液体L QとしてはF₂レーザ光を透過可能な例えば、過フッ化ポリエーテル（PFPE）やフッ素系オイル等のフッ素系流体であってもよい。この場合、液体L Qと接触する部分には、例えばフッ素を含む極性の小さい分子構造の物質で薄膜を形成することで親液化処理する。また、液体L Qとしては、その他にも、露光光E Lに対する透過性があるだけ屈折率が高く、投影光学系P Lや基板P表面に塗布されているフォトレジストに対して安定なもの（例えばセダー

油)を用いることも可能である。この場合も表面処理は用いる液体L Qの極性に
応じて行われる。また、液体L Qの純水の代わりに、所望の屈折率を有する種々
の流体、例えば、超臨界流体や高屈折率の気体を用いることも可能である。

なお、上記各実施形態の基板Pとしては、半導体デバイス製造用の半導体ウエ
ハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセ
ラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版
(合成石英、シリコンウエハ)等が適用される。

露光装置E Xとしては、マスクMと基板Pとを同期移動してマスクMのパター
ンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置(スキャニ
ングステッパ)の他に、マスクMと基板Pとを静止した状態でマスクMのパター
ンを一括露光し、基板Pを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート
方式の投影露光装置(ステッパ)にも適用することができる。また、本発明は基
板P上で少なくとも2つのパターンを部分的に重ねて転写するステップ・アン
ド・スティッチ方式の露光装置にも適用できる。

また、本発明は、ウエハ等の被処理基板を別々に載置してX Y方向に独立に移
動可能な2つのステージを備えたツインステージ型の露光装置にも適用できる。
ツインステージ型の露光装置の構造及び露光動作は、例えば特開平10-163
099号及び特開平10-214783号(対応米国特許6,341,007、
6,400,441、6,549,269及び6,590,634)、特表200
0-505958号(対応米国特許5,969,441)あるいは米国特許6,
208,407に開示されており、本国際出願で指定または選択された国の法令
で許容される限りにおいて、それらの開示を援用して本文の記載の一部とする。

また、上述の実施形態においては、投影光学系P Lと基板Pとの間を局所的に
液体で満たす露光装置を採用しているが、露光対象の基板の表面全体が液体で覆
われる液浸露光装置にも本発明を適用可能である。露光対象の基板の表面全体が

液体で覆われる液浸露光装置の構造及び露光動作は、例えば特開平 6-124873 号公報、特開平 10-303114 号公報、米国特許第 5,825,043 号などに詳細に記載されており、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、この文献の記載内容を援用して本文の記載の一部とする。

露光装置に搭載した投影光学系として、種々のタイプの投影光学系を用いることもできる。例えば、反射素子と屈折素子とを含む反射屈折型の投影光学系であってもよいし、反射素子のみを含む反射型の投影投影光学系であってもよい。また、投影光学系を持たないタイプの露光装置、例えば、プロキシミティ型露光装置に本発明を適用することもできる。

また、上述の実施形態においては、液体 L Q を介して基板 P 表面の面位置情報を検出するフォーカス・レベリング検出系を採用しているが、液体を介さずに、露光前、あるいは露光中に基板 P 表面の面位置情報を検出するフォーカス・レベリング検出系を採用してもよい。

上記具体例では、流路形成部材 70 の開口部 70 B（光透過部）に、所定の間隔を隔てて投影光学系 P L の先端の光学素子 2 を配置させたが、流路形成部材 70 の開口部 70 B に任意の光学素子を装着してもよい。すなわち、光学素子 2 や前述の光学プレートを流路形成部材 70 に保持させてもよい。この場合にも投影光学系 P L と流路形成部材 70 とは振動伝達防止の観点から別の支持構造であることが望ましい。

また、本発明は、ウエハ等の被処理基板を保持して移動可能な露光ステージと、各種の基準部材や計測センサなどの計測部材を備えた計測ステージとを備えた露光装置にも適用することができる。この場合、上述の実施形態において基板ステージ P S T に配置されている基準部材や各種計測センサの少なくとも一部を計測ステージに配置することができる。露光ステージと計測ステージとを備えた露光

装置は、例えば特開平 1 1 - 1 3 5 4 0 0 号に記載されており、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、この文献の記載内容を援用して本文の記載の一部とする。

露光装置 E X の種類としては、基板 P に半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子 (C C D) あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

基板ステージ P S T やマスクステージ M S T にリニアモータを用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、各ステージ P S T、M S T は、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。ステージにリニアモータを用いた例は、米国特許 5, 6 2 3, 8 5 3 及び 5, 5 2 8, 1 1 8 に開示されており、それぞれ本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、これらの文献の記載内容を援用して本文の記載の一部とする。

各ステージ P S T、M S T の駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ユニットと、二次元にコイルを配置した電機子ユニットとを対向させ電磁力により各ステージ P S T、M S T を駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ユニットと電機子ユニットとのいずれか一方をステージ P S T、M S T に接続し、磁石ユニットと電機子ユニットとの他方をステージ P S T、M S T の移動面側に設ければよい。

基板ステージ P S T の移動により発生する反力は、投影光学系 P L に伝わらないように、フレーム部材を用いて機械的に床 (大地) に逃がしてもよい。この反力の処理方法は、例えば、米国特許 5, 5 2 8, 1 1 8 (特開平 8 - 1 6 6 4 7 5 号公報) に詳細に開示されており、本国際出願で指定または選択された国の法

令で許容される限りにおいて、この文献の記載内容を援用して本文の記載の一部とする。

マスクステージMSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。この反力の処理方法は、例えば、米国特許第5,874,820（特開平8-330224号公報）に詳細に開示されており、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、この文献の開示を援用して本文の記載の一部とする。

以上のように、本願実施形態の露光装置EXは、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図17に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ202、デバイスの基材である基板を製造するステップ203、前述した実施形態の露光装置EXによりマスクのパターンを基板に露光する露光処理ステップ204、デバイス組み立てステップ（ダイシン

グ工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む) 205、検査ステップ206等を経て製造される。

産業上の利用可能性

本発明によれば、基板上に供給された液体の圧力による悪影響を抑制することができる。基板上に供給された液体に気体領域が生じることが防止される。また、第1及び第2の液体回収機構を備えているために、停電などの電力供給中断によっても液体漏れが生じることがない。また、基板や基板ステージの移動時に液浸領域から液体が漏れ出ないように移動速度が調整されている。それゆえ、液浸領域を良好に形成して高い露光精度及び計測精度を得ることができ、それにより、所望の性能を有するデバイスを製造することができる。

請求の範囲

1. 基板に液体を介して露光光を照射して前記基板を露光する露光装置であって：
基板上に液体を供給する液体供給機構と；
投影光学系と；
前記液体供給機構から供給された液体の圧力を調整する圧力調整機構を備える露光装置。
2. 前記圧力調整機構は、前記液体の追加又は前記液体の一部回収を行うことによって前記液体の圧力調整を行う請求項 1 に記載の露光装置。
3. 前記液体は前記投影光学系の像面側に配置された物体上に液浸領域を形成し、前記圧力調整機構は、前記液体が前記物体に及ぼす力を低減するように前記液体の圧力調整を行う請求項 1 に記載の露光装置。
4. 前記液体は前記投影光学系の像面側に配置された物体上に液浸領域を形成し、前記圧力調整機構は、前記物体の液体接触面と前記液体との親和性を考慮して前記液体の圧力調整を行う請求項 1 に記載の露光装置。
5. 前記物体は前記基板である請求項 3 に記載の露光装置。
6. 前記投影光学系の像面側の気体を排出する排気機構を備え、前記排気機構による気体の排出を行いながら前記液体供給機構による液体供給を開始する請求項 1 に記載の露光装置。
7. 前記排気機構の排気口は、前記投影光学系の投影領域に対して前記液体供給機構の液体供給口よりも近くに配置されている請求項 6 に記載の露光装置。

８． 液体を介して基板に露光光を照射して前記基板を露光する露光装置であって：

投影光学系と；

前記液体を供給するための液体供給機構と；

前記投影光学系の像面側の気体を排出する排気機構とを備え；

前記排気機構の排気口は、前記液体供給機構の液体供給口よりも前記投影光学系による投影領域の近くに配置され、前記液体供給機構による液体供給は、前記排気機構による気体の排出を行いながら開始される露光装置。

９． 前記液体供給機構の液体供給口は前記投影光学系の投影領域の両側に配置され、前記投影領域の両側から液体供給が可能である請求項１または８に記載の露光装置。

１０． 前記投影光学系の投影領域に対して前記液体供給機構の液体供給口の外側に液体回収口を有する第１液体回収機構を備えた請求項１または８に記載の露光装置。

１１． 前記第１液体回収機構とは別の駆動源を有し、前記投影光学系の投影領域に対して前記第１液体回収機構の液体回収口の外側に回収口を有する第２液体回収機構を備える請求項１０に記載の露光装置。

１２． 液体を介して基板に露光光を照射して前記基板を露光する露光装置であって：

投影光学系と；

前記液体を供給するための液体供給機構と；

前記投影光学系の投影領域に対して前記液体供給機構の液体供給口の外側に液体回収口を有する第１液体回収機構と；

前記第 1 液体回収機構とは別の駆動源を有し、前記投影光学系の投影領域に対して前記第 1 液体回収機構の液体回収口の外側に液体回収口を有する第 2 液体回収機構とを備える露光装置。

1 3. 前記駆動源は無停電電源を含む請求項 1 1 または 1 2 に記載の露光装置。

1 4. 液体を介して基板に露光光を照射して前記基板を露光する露光装置であって：

投影光学系と；

前記液体を供給するための液体供給機構と；

前記液体を回収するための液体回収機構と；

前記基板を保持する基板ステージとを備え；

前記液体供給機構と前記液体回収機構とによって前記基板ステージ上に局所的に液浸領域が形成されている状態で、前記基板ステージが第 1 位置から第 2 位置へほぼ直線的に移動するときに、前記第 1 位置と前記第 2 位置との間隔に応じて前記基板ステージの移動速度が異なる露光装置。

1 5. 前記第 1 位置と前記第 2 位置との間隔が所定量以上の場合には、前記第 1 位置と前記第 2 位置との間隔が前記所定量よりも短い場合に比べて、前記基板ステージの移動速度を小さくする請求項 1 4 に記載の露光装置。

1 6. 液体を介して基板に露光光を照射して、前記基板を露光する露光装置であって：

投影光学系と；

前記液体を供給するための液体供給機構と；

前記液体を回収するための液体回収機構と；

前記基板を保持する基板ステージとを備え；

前記液体供給機構と前記液体回収機構とによって前記基板ステージ上に局所的に液浸領域が形成されている状態で、前記基板ステージが第 1 位置から第 2 位置

へほぼ直線的に移動するときに、前記第 1 位置から前記第 2 位置への前記基板ステージの移動方向に応じて前記基板ステージの移動速度が異なる露光装置。

17. 前記基板ステージを前記液体回収機構による液体回収力が弱い所定方向へ移動させる場合には、前記基板ステージを前記所定方向とは異なる方向へ移動させる場合に比べて、前記基板ステージの移動速度を小さくする請求項 16 に記載の露光装置。

18. 前記液体回収機構による液体回収力が弱い所定方向には、前記液体回収機構の液体回収口が配置されていない請求項 17 に記載の露光装置。

19. 基板上にもたらされた液体を介して基板に露光光を照射して前記基板を露光する露光装置であって：

光透過部を有し且つ内部に液体の流路が形成された流路形成部材と；

前記流路形成部材の流路を通じて基板と流路形成部材の間に液体を供給する液体供給装置とを備え；

基板と流路形成部材の間に供給された液体の圧力が前記流路を通じて供給される液体の流量により調節される露光装置。

20. さらに、投影光学系を備え、前記光透過部が開口であり、投影光学系の先端が前記開口内に收容されている請求項 19 に記載の露光装置。

21. さらに、前記基板上の液体を前記流路を通じて回収する液体回収装置を備える請求項 19 に記載の露光装置。

22. 前記流路形成部材の前記基板に対向する面に、前記流路の開放端が、投影光学系の投影領域を包囲する環状溝として形成されている請求項 21 に記載の露光装置。

23. 前記流路形成部材の前記基板に対向する面に凹部が形成され、凹部内に液体の圧力を測定する圧力センサが設けられている請求項19に記載の露光装置。

24. 前記流路形成部材が、液体供給流路と液体回収流路を有する請求項20に記載の露光装置。

25. 前記流路形成部材が、さらに、圧力調整用の流路を含む請求項24に記載の露光装置。

26. 圧力調整用の流路が、供給流路と、該供給流路よりも投影光学系の投影領域に近い側に形成された回収流路を含む請求項25に記載の露光装置。

27. 圧力調整用の流路の端部が、前記投影光学系に向かって開放されている請求項25に記載の露光装置。

28. さらに、フォーカスレベリング機構を備え、前記流路形成部材にフォーカスレベリング機構から射出される光線を透過させる光学部材が設けられている請求項19に記載の露光装置。

29. 前記流路形成部材の前記基板に対向する面が親水性である請求項19に記載の露光装置。

30. 請求項1、8、12、14、16及び19のいずれか一項に記載の露光装置を用いるデバイス製造方法。

31. 基板に液体を介して露光光を照射して前記基板を露光する露光方法であって：

基板上に液体を供給することと；

基板上に供給した液体の圧力を調整することと；

液体を介して基板に露光光を照射して基板を露光することを含む露光方法。

32. 基板上に前記液体を追加し又は前記液体の一部を回収することによって前記液体の圧力を調整する請求項31に記載の露光方法。

33. 前記基板の液体接触面と前記液体との親和性を考慮して前記液体の圧力を調整する請求項31に記載の露光方法。

34. 基板上に供給された液体の圧力を測定し、測定された圧力に応じて前記液体の圧力を調整する請求項31に記載の露光方法。

35. 投影光学系と液体とを介して基板に露光光を照射して前記基板を露光する露光方法であって：

前記液体を基板に供給することと；

投影光学系の近傍に配置され、鉛直方向に関して、投影光学系の終端面よりも高い位置で気体を排気することと；

液体を介して基板に露光光を照射して基板を露光することを含む露光方法。

36. 前記液体の供給は、前記気体の排出を行いながら開始される請求項35に記載の露光方法。

37. 液体を介して基板に露光光を照射して前記基板を露光する露光方法であって：

前記液体を基板に供給することと；

投影光学系に対して、前記液体が供給される位置よりも遠い位置で、第1及び第2液体回収機構により基板上の液体を回収することと；

液体を介して基板に露光光を照射して基板を露光することを含み；

第1及び第2液体回収機構の駆動電源が異なる露光方法。

38. 第1及び第2液体回収機構の一方の駆動電源が無停電電源である請求項37に記載の露光方法。

39. 液体を介して基板に露光光を照射して前記基板を露光する露光方法であって：

液体を介して基板に露光光を照射して基板を露光することと；

基板を露光していないときに、基板上に液体を保持したまま基板を第1位置から第2位置へ移動することと；

前記第1位置と前記第2位置との位置関係に応じて、前記第1位置から前記第2位置への前記基板の移動速度を調整することを含む露光方法。

40. 前記移動の距離が所定距離以上の場合には、所定距離未満の場合よりも前記基板の移動速度を小さくする請求項39に記載の露光方法。

41. さらに基板上から液体を回収することを含み、液体の回収力が弱い所定方向へ基板を移動させる場合には、前記基板を前記所定方向とは異なる方向へ移動させる場合に比べて、前記基板の移動速度を小さくする請求項39に記載の露光方法。

42. 請求項31、35、37及び39のいずれか一項に記載の露光方法を用いるデバイス製造方法。

Fig. 1

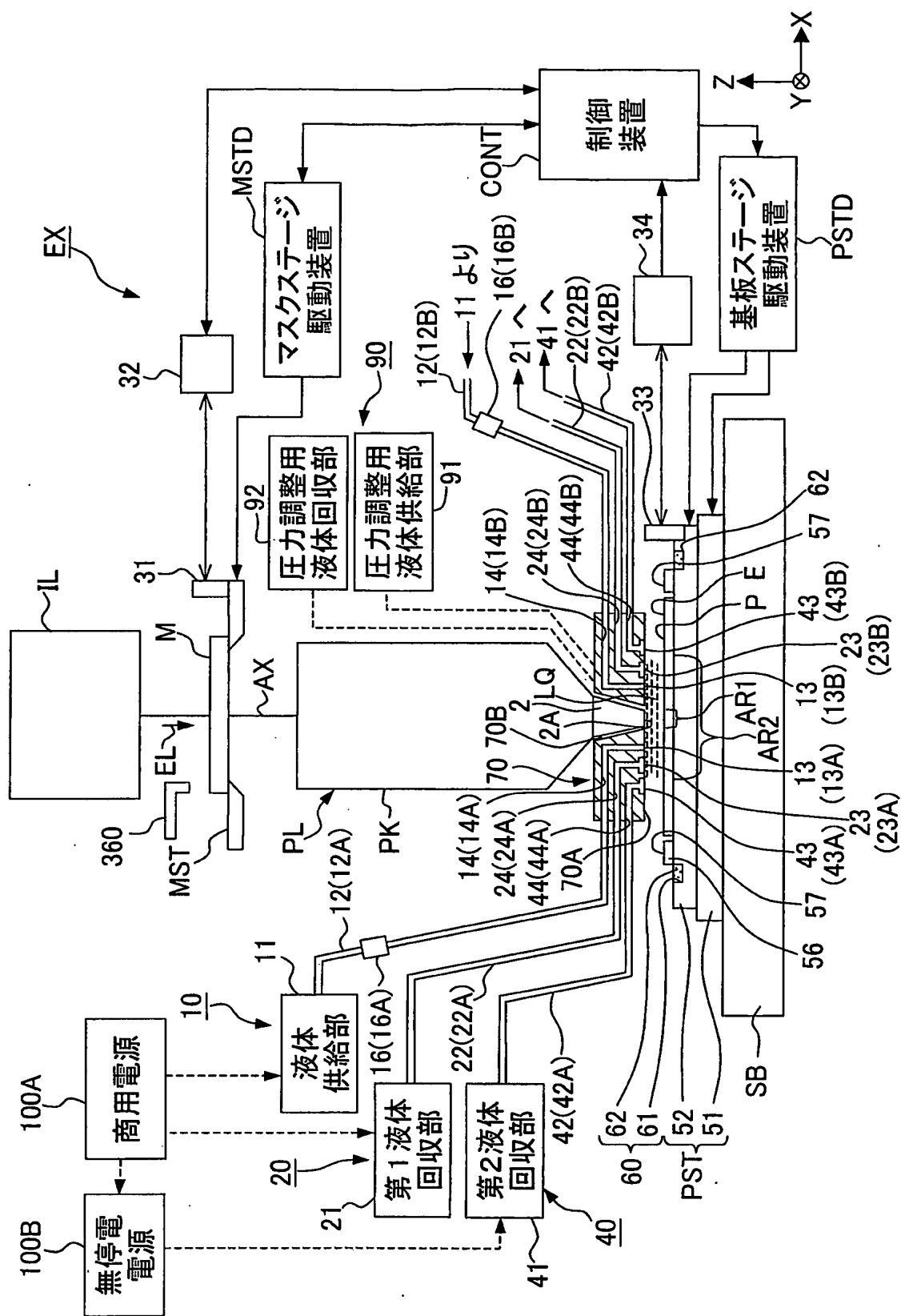


Fig. 3

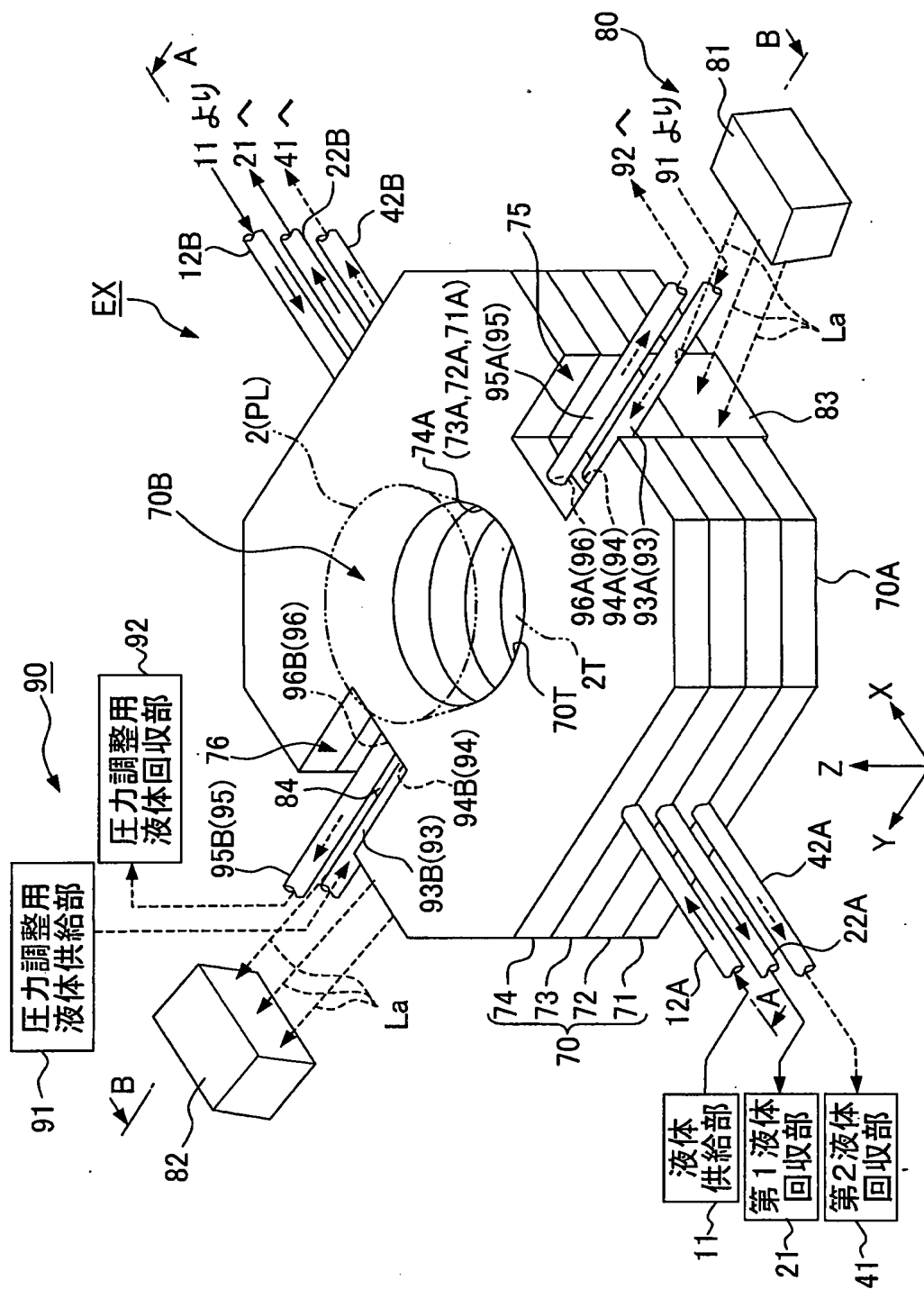


Fig. 4

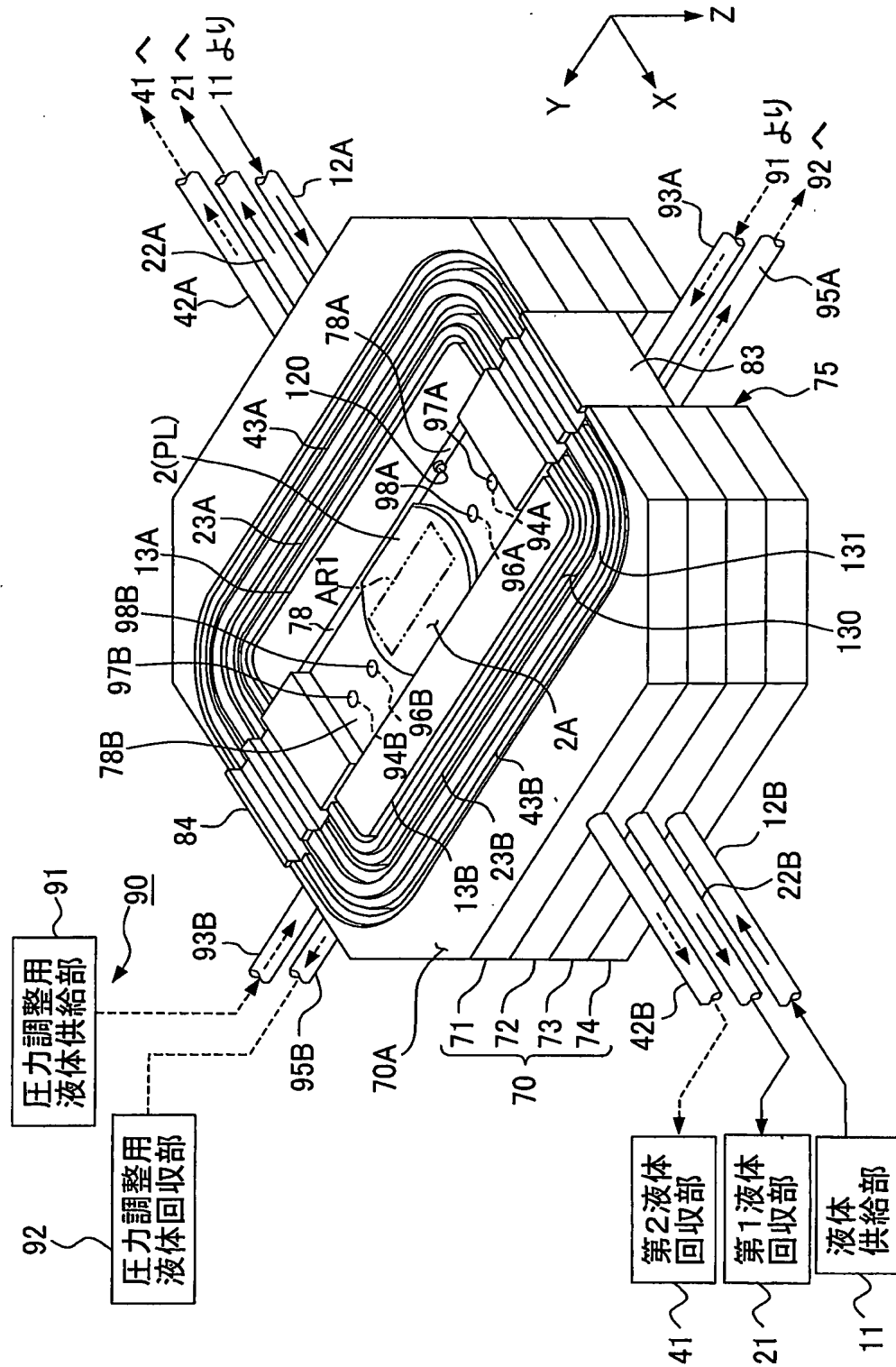


Fig. 5

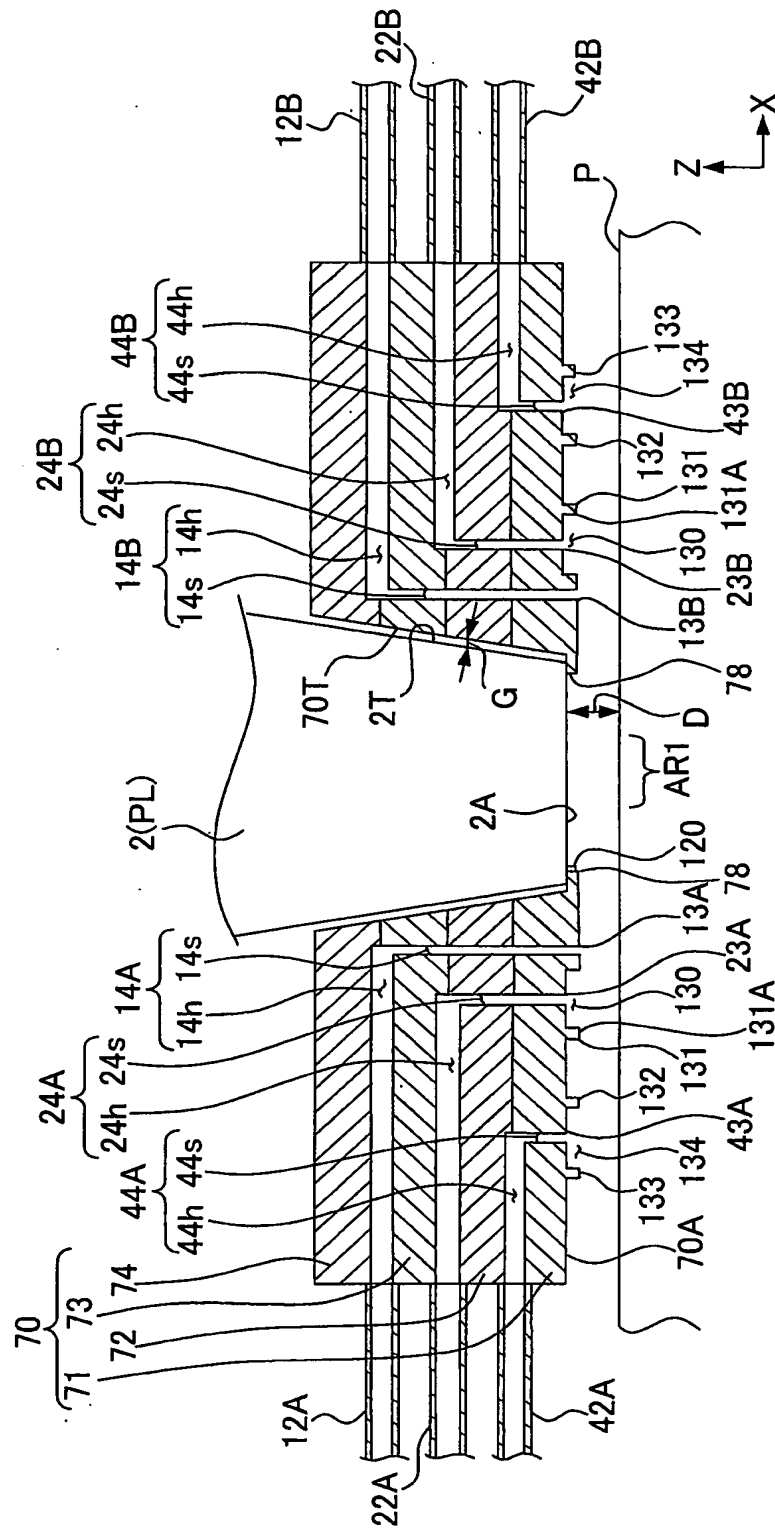


Fig. 6

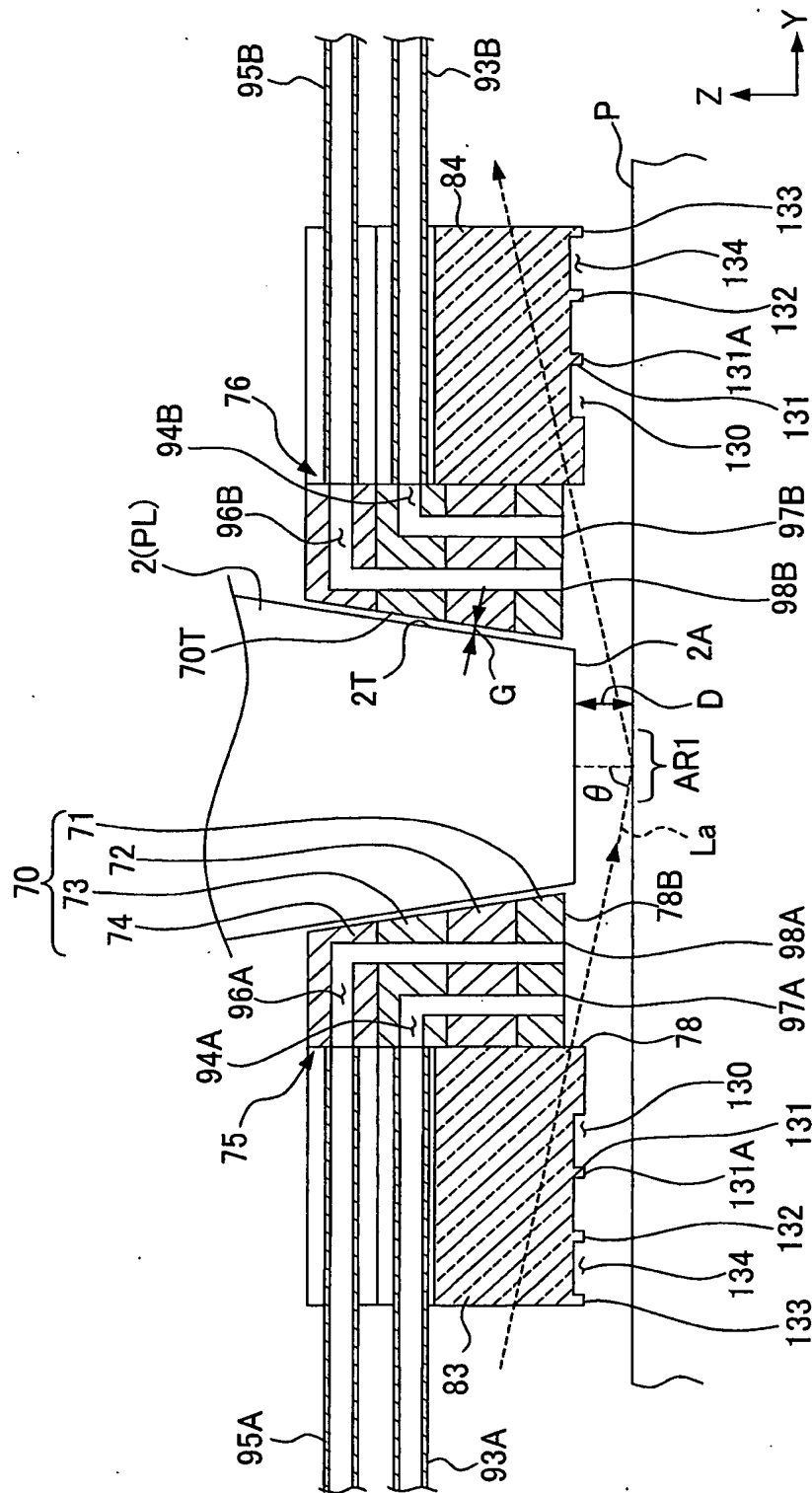


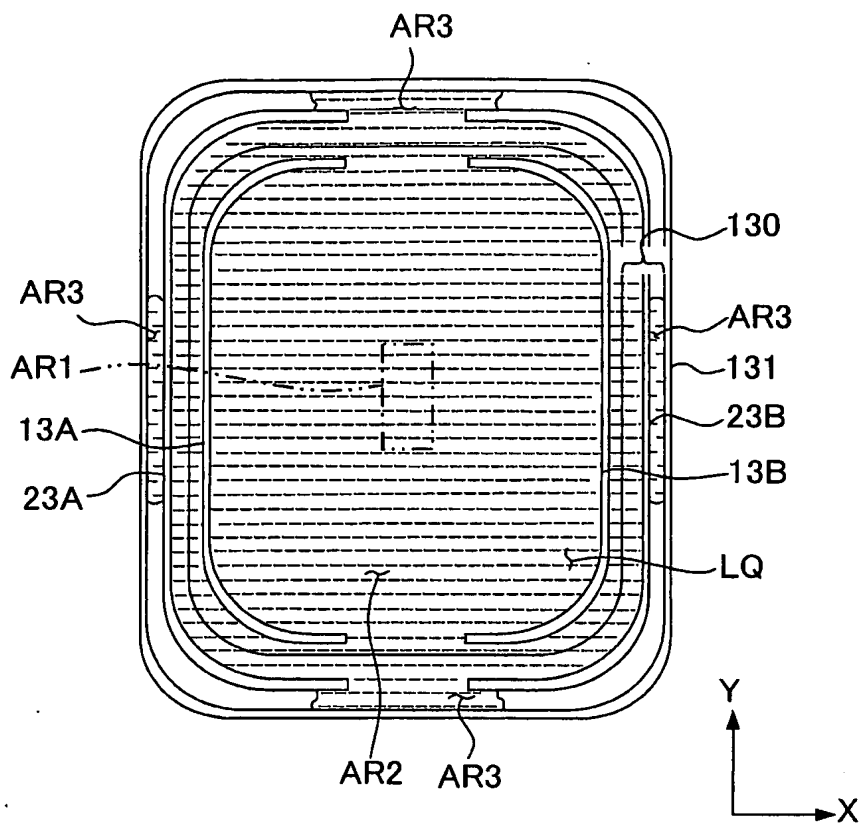
Fig. 7

Fig. 8

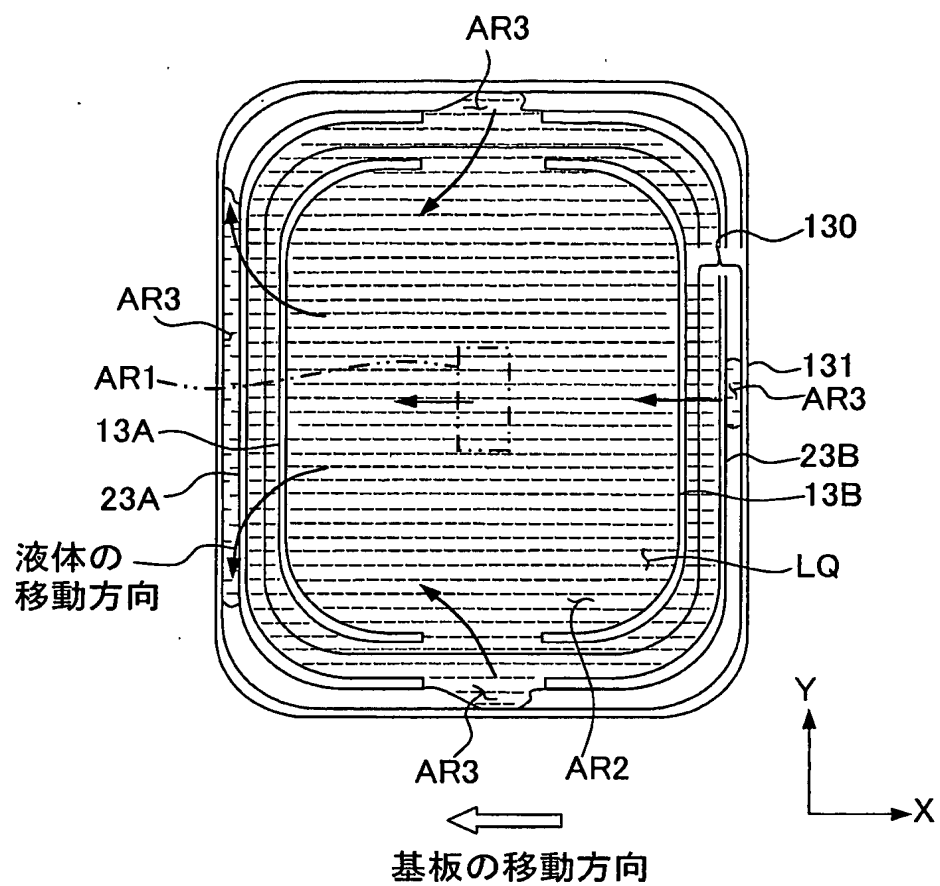


Fig. 9

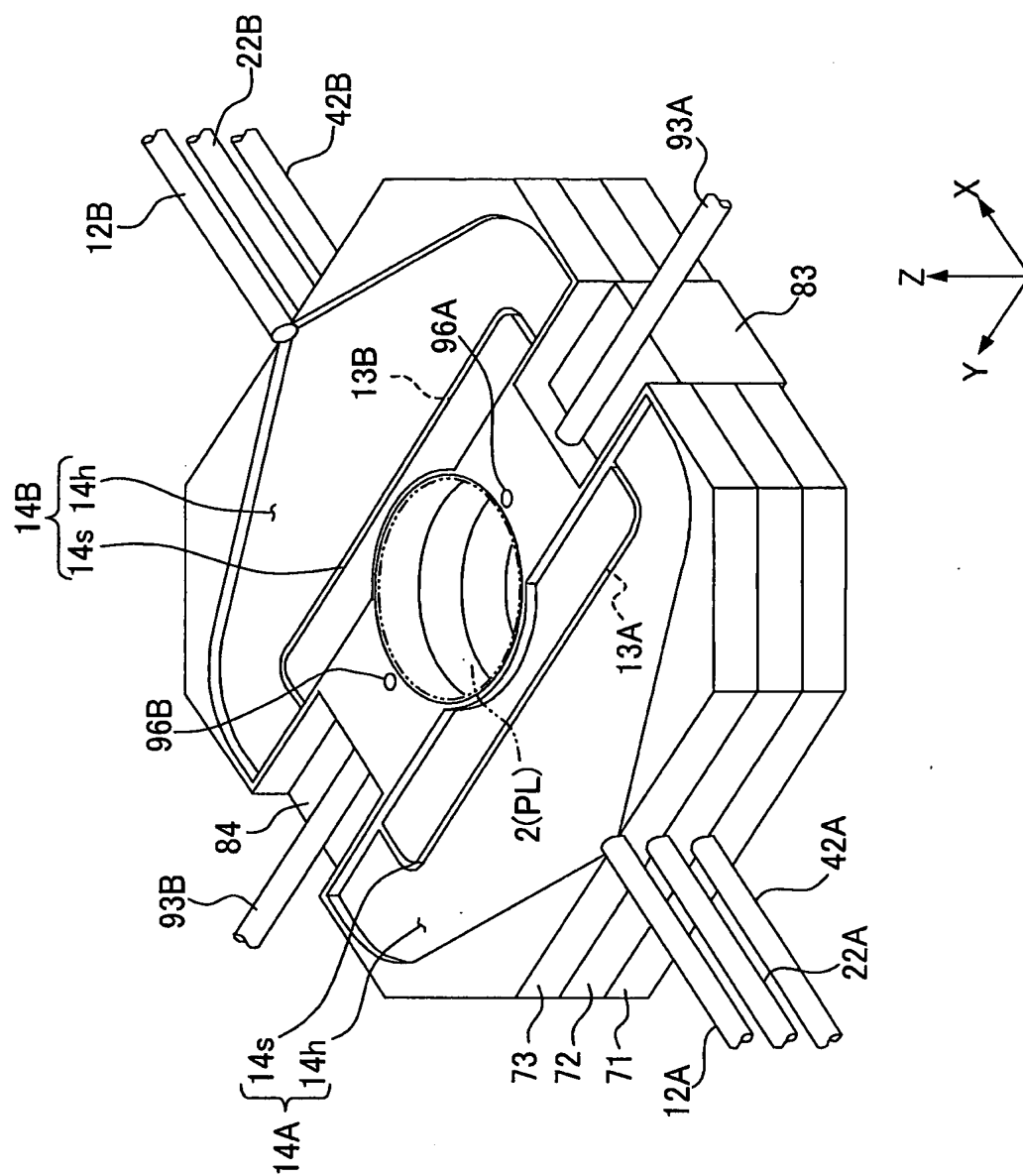


Fig. 10

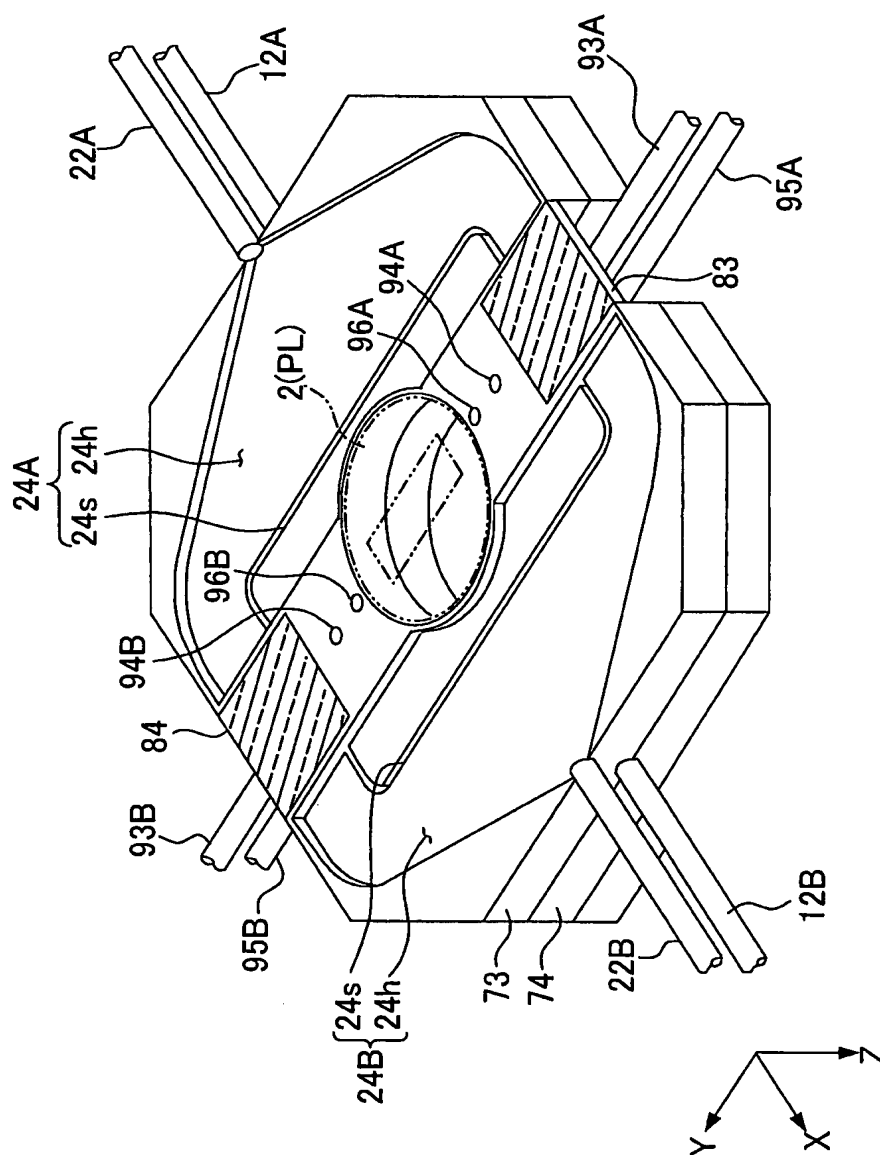


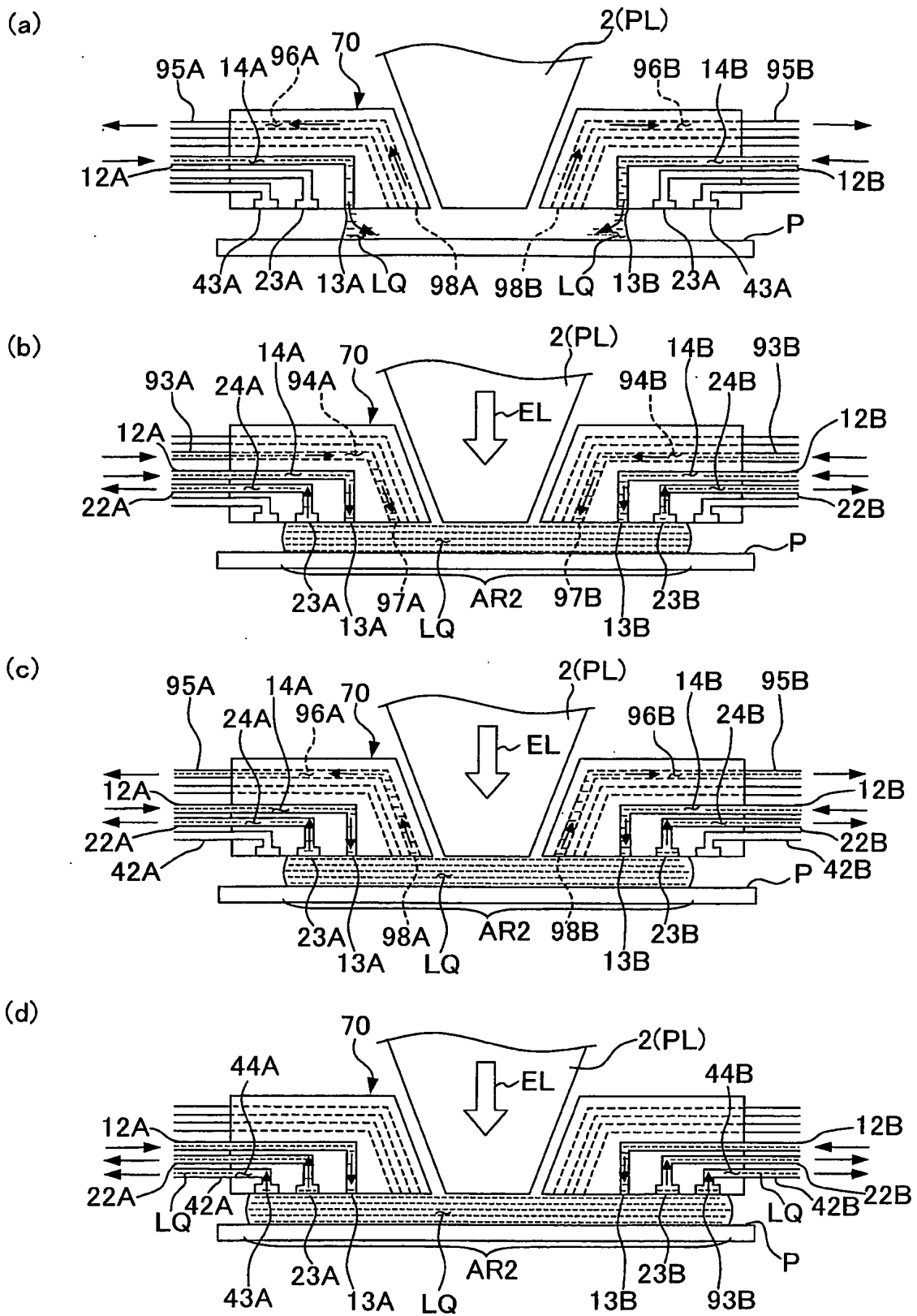
Fig. 11

Fig. 12

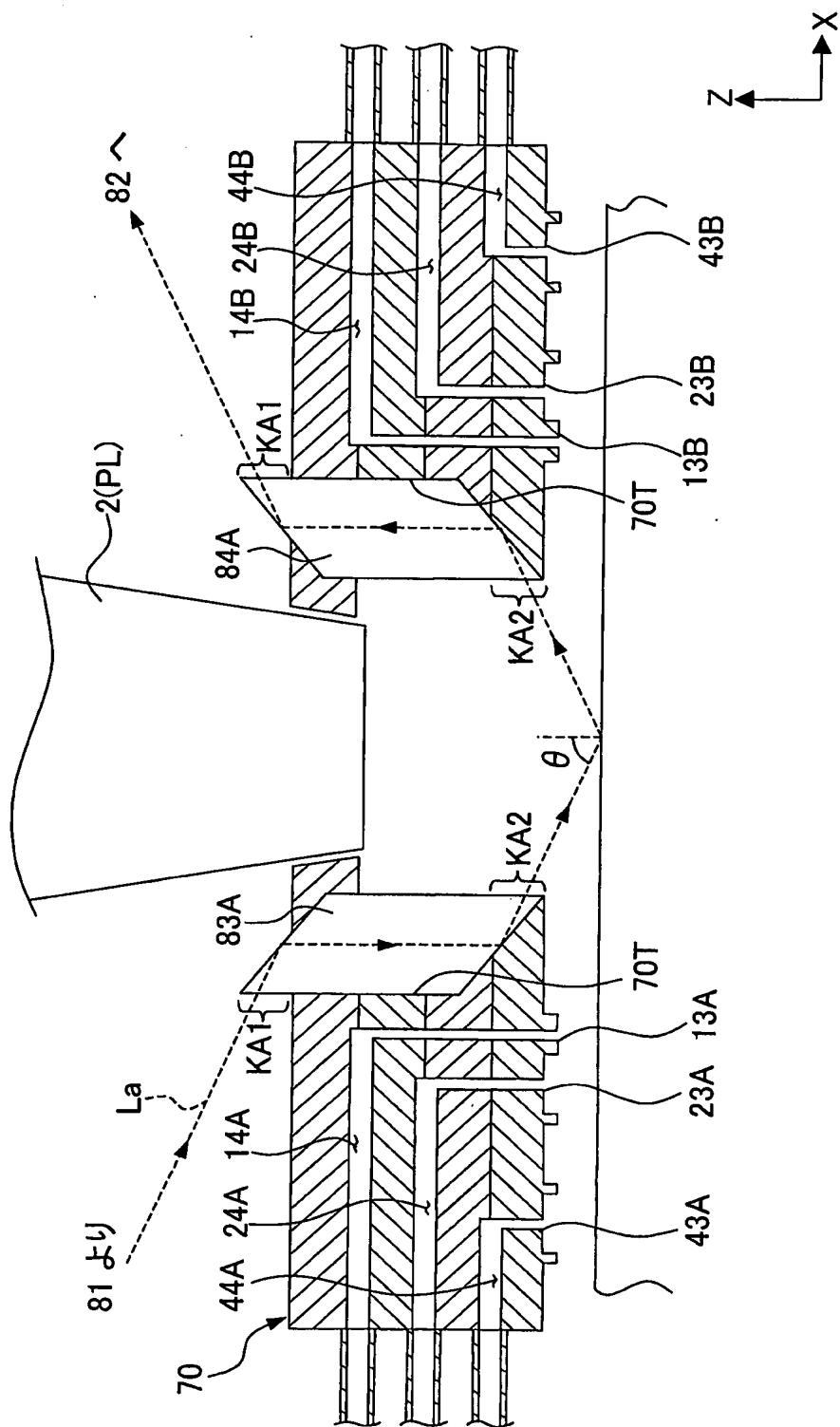


Fig. 14

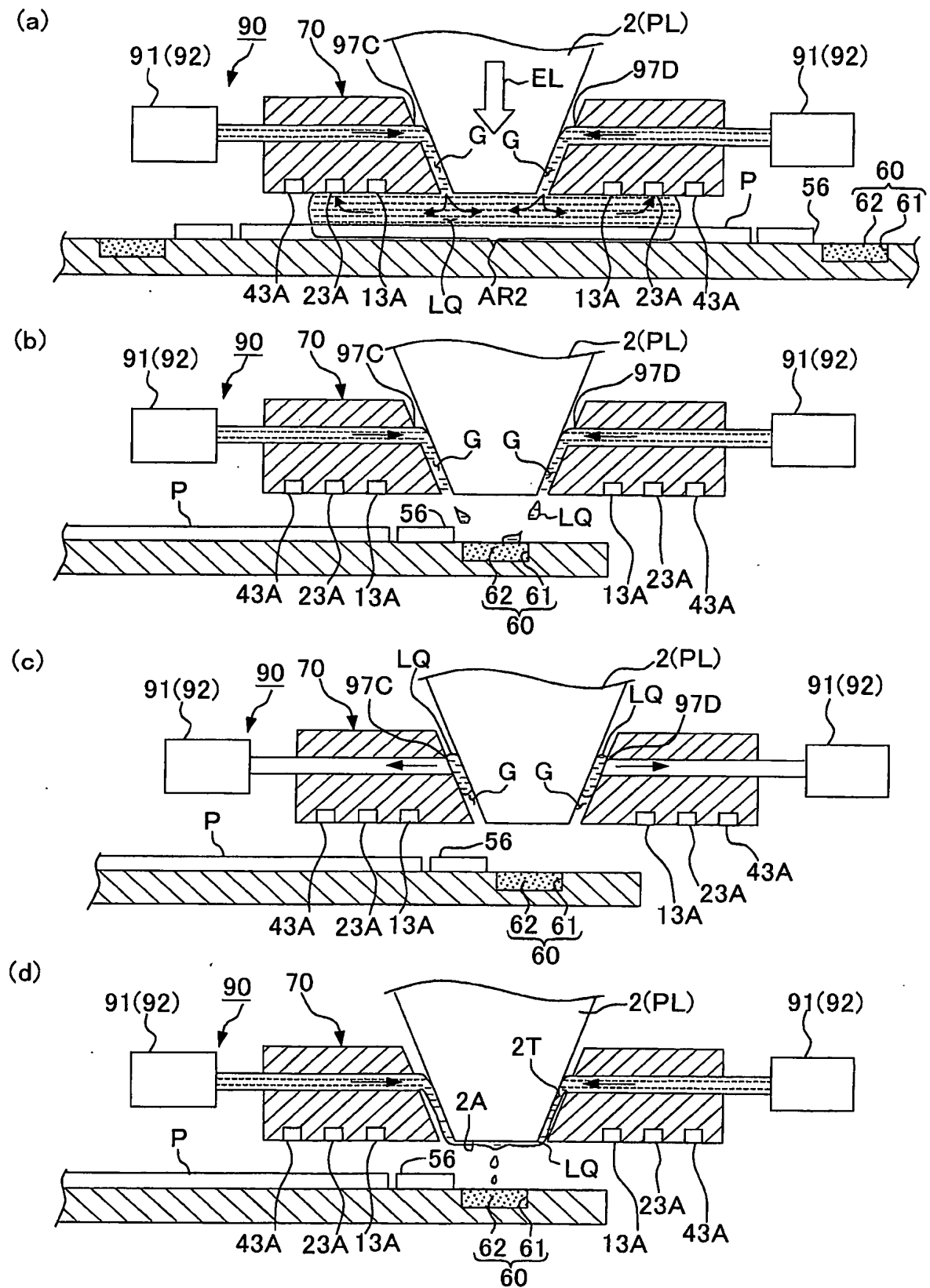


Fig. 15

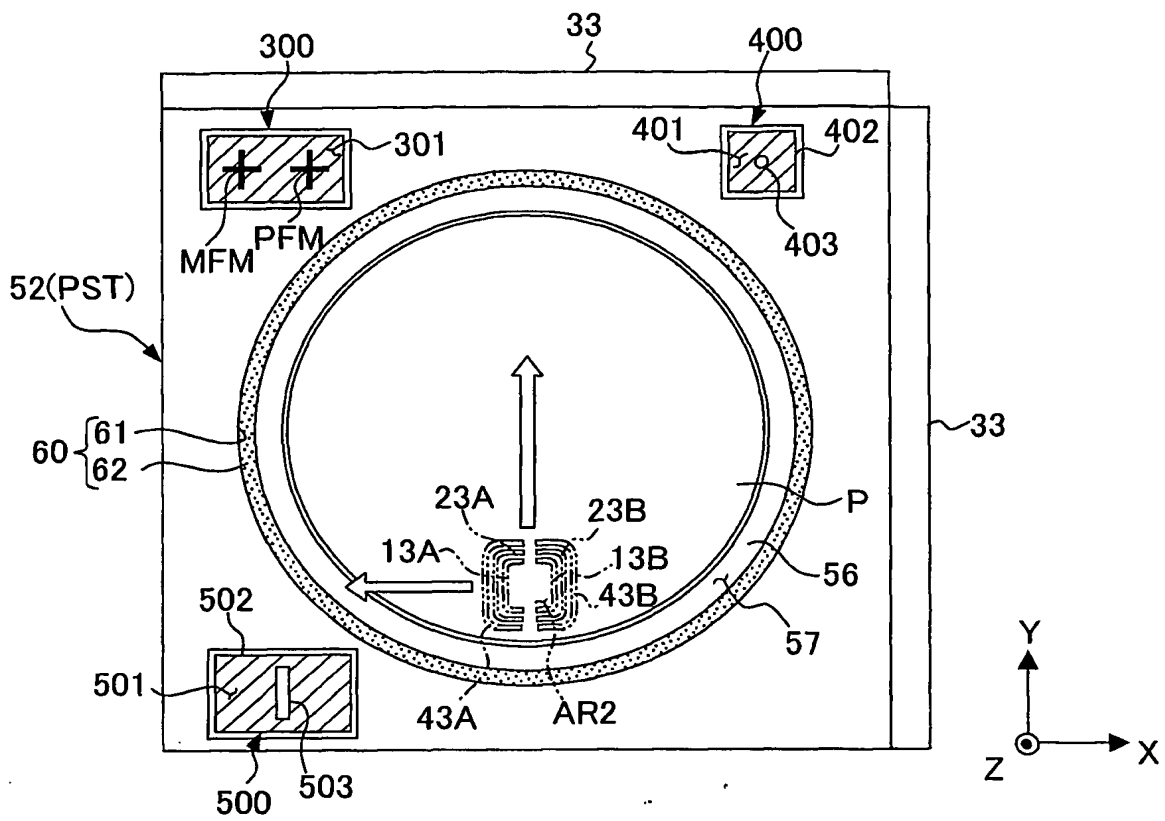


Fig. 16

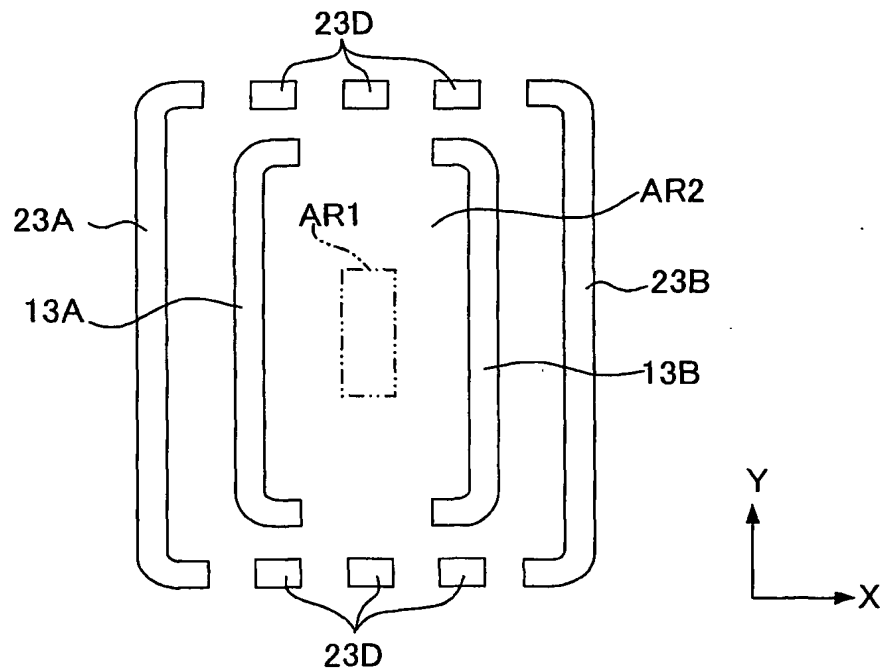
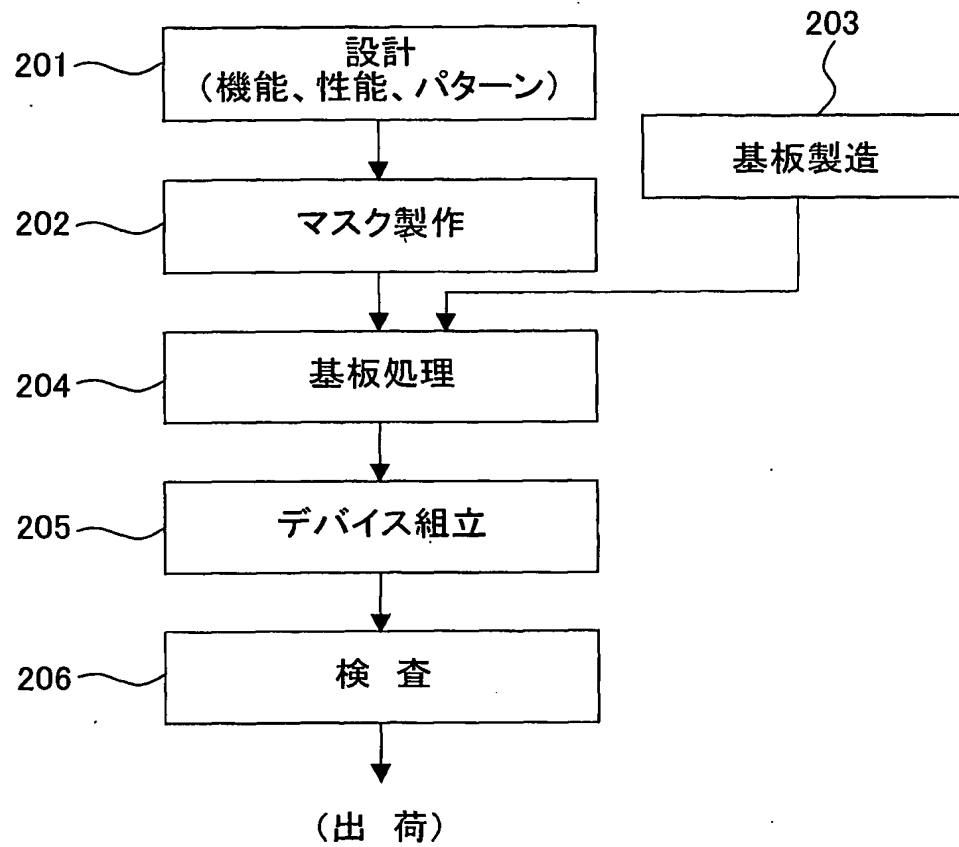


Fig. 17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019813

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 6-168866 A (Canon Inc.), 14 June, 1994 (14.06.94),	1-3, 5, 30-32, 34, 42
A	Full text; all drawings; particularly, Example 1 & EP 605103 A1 & US 5610683 A	4, 33, 35
X	JP 6-124873 A (Canon Inc.), 06 May, 1994 (06.05.94),	1-3, 5, 30-32, 34, 35, 42
A	Example 2 (Family: none)	4, 33
X	JP 59-19912 A (Hitachi, Ltd.),	1
A	01 February, 1984 (01.02.84), Full text; all drawings (Family: none)	31, 35

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 April, 2005 (01.04.05)

Date of mailing of the international search report
19 April, 2005 (19.04.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019813

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	JP 2004-289126 A (ASML Netherlands B.V.), 14 October, 2004 (14.10.04), Example 5 & US 2004-207824 A1	1-3, 5, 30, 31, 32, 42

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019813

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

common in the arrangement of a liquid supply and a recovery mechanism.

Claims 14-18, and 39-41 are the inventions having the technical feature common in that a transportation speed is regulated according to a positional relationship of movement.

Claims 19-29 are the inventions having the technical feature common in a flow path forming member having a light transmission section.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019813

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1, 2, 30-32, 34, 35, and 42 are described in the documents shown in the international search result below and do not include a special technical feature.

Claims 3-5 and 33 are the inventions having the technical feature common in the purpose of pressure regulation.

Claims 6-8 and 36 are the inventions having the technical feature common in that liquid supply is started while a gas is discharged.

Claims 9-13, 37, and 38 are the inventions having the technical feature (continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Claims 1-5, 30-35, and 42

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 6-168866 A (キヤノン株式会社) 1994. 06. 14 全文全図 (特に実施例1)	1-3, 5, 30-32, 34, 42
A	& EP 605103 A1 & US 5610683 A	4, 33, 35
X	J P 6-124873 A (キヤノン株式会社) 1994. 05. 06 実施例2	1-3, 5, 30-32, 34, 35, 42
A	(ファミリーなし)	4, 33

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01. 04. 2005

国際調査報告の発送日

19. 4. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

多田 達也

2M

3011

電話番号 03-3581-1101 内線 3274

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 59-19912 A (株式会社日立製作所) 1984. 02. 01 全文全図	1
A	(ファミリーなし)	31, 35
P, X	JP 2004-289126 A (エイエスエムエル ネザランドズ ベスローテン フェンノートシャップ) 2004. 10. 14 実施例5 & US 2004-207824 A1	1-3, 5, 30, 31, 32, 42

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1, 2, 30-32, 34, 35, 42は下記国際調査に示される文献に記載されており、特別な技術的特徴を含まない。

請求の範囲3-5, 33は、圧力調整の目的という点で技術的特徴を同じくする発明である。

請求の範囲6-8, 36は、気体の排出を行いながら液体供給を開始するという点で技術的特徴を同じくする発明である。

請求の範囲9-13, 37, 38は、液体供給・回収機構の配置という点で技術的特徴を同じくする発明である。

請求の範囲14-18, 39-41は、移動する位置関係に応じて移送速度を調整するという点で技術的特徴を同じくする発明である。

請求の範囲19-29は、光透過部を有する流路形成部材という点で技術的特徴を同じくする発明である。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲1-5, 30-35, 42

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。